



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

HILLUKKALA, TOMI & LERSSI, IIKKA

PEDAGOGISESTI TOIMIVA TÄHTITIETEEN OPETUSSUUNNITELMA 5.
LUOKALLE

Opetuskokeilu Oulun Normaalikoulussa

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

KASVATUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA

Kasvatustieteiden ja opettajankoulutuksen yksikkö

Teknologiapainotteinen luokanopettajakoulutus

2013



Luokanopettajankoulutus		Tekijä Hillukkala, Tomi & Lerssi, Iikka	
Työn nimi Pedagogisesti toimiva tähtitieteen opetussuunnitelma 5. luokalle			
Pääaine Kasvatustiede	Työn laji pro gradu -tutkielma	Aika Toukokuu 2013	Sivumäärä 98
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opettajan tehtävä on opettaa oppilaita. Vaikeampi kysymys on määritellä opetettava sisältö, sillä silloin täytyy pohtia, mikä on kyllin arvokasta tietoa opetettavaksi. Tiedon opettaminen on kyseenalaista, koska tieto vanhenee. Taidon opettaminen on perustellumpaa, sillä taidot säilyvät ja niitä voi käyttää tiedon hankkimiseen. Siksi koulussa tulisi panostaa oppilaiden ajattelun taitojen kehittämiseen.</p> <p>Tässä tutkimuksessa lähestyttiin tähtitieteen opetusta edellä mainitusta lähtökohdasta käsin. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksen muodossa. Tavoitteena oli laatia pedagogisesti toimiva tähtitieteen opetussuunnitelma, jonka avulla oppilaat oppivat tähtitieteen substanssitiedon lisäksi myös hyödyllisiä taitoja. Tutkimuksen aluksi suoritettiin Suomen, Englannin, Kanadan, Yhdysvaltojen, Australian ja Uuden Seelannin opetussuunnitelmien vertailu tieteen ja erityisesti tähtitieteen osalta. Maat valittiin maantieteellisen jakauman ja saatavilla olevan englannin- tai suomenkielisen opetussuunnitelman perusteella. Opetussuunnitelmista etsittiin tietoja ja taitoja, joita edellä mainituissa maissa on nähty tarpeelliseksi opettaa tähtitieteessä.</p> <p>Opetussuunnitelmien vertailun pohjalta laadittiin kokeellinen tähtitieteen opetussuunnitelma peruskoulun viidennelle luokalle. Kokeellinen opetussuunnitelma rakennettiin väljäksi, jotta oppilaat olisi mahdollista ottaa mukaan toteutuvan opetussuunnitelman rakentamiseen. Tällöin oppilailla on tilaa miettiä omia oppimistavoitteita, ja he pääsevät vaikuttamaan opetuksen sisältöön. Tämä on lähtökohta oppilaan oppimistaitojen kehittymiselle. Oppilaiden omien tavoitteiden asettaminen on tärkeää, koska sillä on vaikutusta oppilaan motivaatioon, ja motivoitunut oppilas kehittää opiskelustrategioitaan.</p> <p>Kokeellinen opetussuunnitelma toteutettiin Oulun normaalikoululla tähtitieteen opetuskokeilun muodossa tammi-helmikuussa 2013. Oppilaan ajattelutaitojen kehittymisen lisäksi opetuksen päätavoitteita olivat tieteellisen ajattelun taitojen kehittyminen, tieteen ja teknologian välisen yhteyden ymmärtäminen ja tähtitieteen asiasisältöjen oppiminen. Oppilailta kerättiin opetuskokeilusta säännöllisesti palautetta, ja tätä palautetta hyödynnettiin opetusjakson aikana toteutuvan opetussuunnitelman kehittämiseen. Opetuskokeilun jälkeen kerätty aineisto tutkittiin, ja tähän perustuen laadittiin ehdotus pedagogisesti toimivaksi tähtitieteen opetussuunnitelmaksi viidennen luokan oppilaille.</p> <p>Asiasanat metakognitio, opetussuunnitelma, tapaustutkimus, tähtitiede</p>			

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	TÄHTITIEDE	5
3	VERTAILEVA TUTKIMUS JA TAPAUSTUTKIMUS	7
4	OPPIMISEN ITSESÄÄTELY	9
4.1	Metakognitio	9
4.2	Minäkäsitys	10
5	OPETUSSUUNNITELMIEN VERTAILU	13
5.1	Suomen opetussuunnitelma	16
5.2	Iso-Britannian opetussuunnitelma	18
5.3	Australian opetussuunnitelma	19
5.4	Kanadan opetussuunnitelma	21
5.5	Uuden Seelannin opetussuunnitelma	23
5.6	Yhdysvaltojen opetussuunnitelma	25
5.7	Yhteenveto opetussuunnitelmista	26
6	KOKEELLINEN OPETUSSUUNNITELMA	29
6.1	Tapaustutkimus Oulun normaalikoululla	32
6.2	Tutkimusongelmat	33
7	OPPITUNTIEN KUVAUS	35
7.1	Avaruuden tutkimisen teknologiat	36
7.2	Jaksolliset ilmiöt	37
7.3	Vesiraketin rakentaminen	38
7.4	Oppimistavoitteet ja tutkimussuunnitelmat	40

7.5	Aurinkokunnan rakenne	42
7.6	Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla	45
7.7	Rakettimatikka	47
7.8	Maailmankaikkeuden rakenne	51
7.9	Loppuraportin laatimisen ohjeistus	53
7.10	Kolmiomittaus	54
7.11	Loppuraportin laatiminen	55
7.12	Tähtitiedejakson koe ja loppuraporttien esittäminen	57
8	TOTEUTUNUT OPETUSSUUNNITELMA	58
9	TULOKSET	60
9.1	Opetuksen toteutus	61
9.2	Oppilaiden antaman palautteen tarkastelu	64
9.3	Koe tähtitieteestä	83
10	POHDINTA	85
10.1	Opetusjakso oppimisen itsesäätelyn kontekstissa	86
10.2	Opetuksen suuntaaminen oppilaan tavoitteiden mukaisesti	87
10.3	Motivointi ja oppimistavoitteen asettaminen	88
10.4	Oppimistavoitteen arvioinnin, tarkentamisen ja uudelleenmuotoilun tukeminen	88
10.5	Merkityksellinen konteksti ja oppimisen itsesäätelyn ilmeneminen	89
10.6	Kenelle opetuskokeilu sopii	90
10.7	Tähtitieteen opetussuunnitelma	91
11	LÄHTEET	95

1 JOHDANTO

Tähtitieteen opettamista peruskoulussa voi perustella sekä lasten ajattelun kehittämisen kautta että tutustumisena tieteen historiaan. Oma tähtitiedeharrastus ja kokemukset tähtitieteen oppimisesta olivat pohjana aiheen valinnalle. Yläkoulussa ja lukiossa esitettiin 90-luvulla kuvia kierteisgalakseista ja tällöin pohdin haarojen käyttäytymistä galaksin pyörimisliikkeen osana. Kierteishaaran sisäosathan kiertävät galaksin keskustaa nopeammin kuin ulko-osat (gravitaatio heikkenee suhteessa etäisyyden neliöön), jolloin yksittäisen kierteen sisäosan tulisi ajan myötä kiertää yhä lisää kierroksia koko galaksin ympäri, ja lopulta kierrehaaraa ei voisi enää tunnistaa. Galaksikuvien joukossa ei tällaista vaihtoehtoa kuitenkaan ollut, ja toisaalta opettaja ei tiennyt vastausta tähän ongelmaan. Kierteishaarojen rakenteeseen liittyvä dynamiikka jäi ymmärtämättä useiksi vuosiksi, kunnes tutustuin teoriaan galaksin rakennetta muokkaavista tiheyσαalloista ja opin ymmärtämään, kuinka vähän kierteishaarojen syntyä ihminen loppujen lopuksi osaa selittää.

Toisena syynä aihevalinnalle ovat ihmisten väärät käsitykset maailmankaikkeudesta, mikä voidaan välttää tähtitieteen opetuksella. Esimerkiksi sanat tähti ja galaksi ovat aikuisille tuttuja, mutta silti yllättävän moni ei osaa sanoa, mihin galaksiin taivaalla näkyvä yksittäinen tähti kuuluu. Alakoulussa on mahdollista omaksua orastava ymmärrys maailmankaikkeuden olemuksesta, mikä riittää taivaankappaleiden luokitteluun osaksi eri rakenteita.

Oppilaille tähtitiede toimii maailmankuvan laajentajana. Euroopan avaruusjärjestön ESA:n tiedottaja Emily Lakdawalla on sanonut, että avaruuden tutkimisella on samanlainen tehtävä kuin taiteiden rahoittamisella; se nostaa meidät pelkän hengissä pysymisen rajan yläpuolelle (Hotakainen, 2011). Lakdawallan mukaan eri maiden kouluopetuksessa kuitenkin painotetaan liikaa asiatietoa kuten planeettojen nimiä. Hänen mukaansa tähtitieteen opetuksen tavoite tulisi olla, että lapsi ajattelee kriittisesti, arvioi asiantuntijalausuntoja ja näkee asioiden välisiä yhteyksiä. Tietopohjaksi ja ajattelun lähtökohdaksi tulevat Maa yhtenä planeetoista sekä Maan olosuhteiden riippuminen monista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat planeetan koko, ilmakehän koostumus ja etäisyys Aurinkoon. Muiden planeettojen tutkimus opettaa meitä näkemään Maan ympäristönä avarammasta näkökulmasta.

Sisällöllisiä syitä uudistaa opetussuunnitelmaa ovat avaruustutkimuksen suuret löydöt vuoden 2004 opetussuunnitelman jälkeen. Aiemmin Aurinkokuntaamme pidettiin kuivana paikkana, jossa Maan kosteat olosuhteet olivat poikkeustapaus. Viime vuosina käsitys Aurinkokunnasta märkänä paikkana on vahvistunut ja samalla on avautunut mahdollisuus alkeellisen elämän esiintymiselle myös muualla kuin Maassa. Vuonna 1998 havaittiin Jupiterin Europa kuussa suolameri, vuonna 2006 löydettiin Titanin metaanijärvet, vuonna 2009 havaittiin Kuussa vesijäää ja vuonna 2011 nähtiin Marsissa virtaavan veden aiheuttamia jälkiä. Marsin löydöt näkyivät eroina peräkkäisinä vuosina otetuissa kuvissa, joten Marsissa täytyy olla vettä ainakin osan aikaa vuodesta. (Liljeström, 2011)

Myös eksoplaneettojen havaitseminen muuttaa maailmankuvaamme dynaamisemmaksi (Liljeström, 2011). Löytöjä oli 680 kpl marraskuussa 2012 ja niitä tulee koko ajan lisää. Tämä pois-taa omalta aurinkokunnaltamme erityisaseman olla maailmankaikkeuden ainoa tunnettu planeettajärjestelmä. Lisäksi nykytekniikalla tai aivan lähitulevaisuudessa on mahdollista havaita eksoplaneetan kaasukehästä happi ja otsoni, jotka reaktiivisina molekyyleinä ovat elämän indikaattoreita. Jotta kaasukehä voi sisältää näitä yhdisteitä, niitä täytyy muodostua koko ajan lisää, mikä viittaa elämän esiintymiseen.

Kouluopetuksessa ei siis riitä toteava asioiden käsittely tyyliin Kuu kiertää maata ja Kuulla on vaiheet, vaan asiat tulee käsitellä osana maailmankuvan rakentamista ja olemassaolon pohdintaa. Tieteiskirjailija Arthur C. Clarke on pohtinut tiedon merkitystä mielenkiintoisella tavalla (Clarke & Kannosto, 1973): ”Joskus ajattelen että olemme yksin maailmankaikkeudessa. Toisinaan taas että emme ole. Molemmilla kerroilla minut valtaa huimaava tunne.” Tällaista löytämisen riemua toivoisimme perusopetuksessa esiintyvän.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luoda pedagogisesti toimiva opetussuunnitelma peruskoulun viidennelle luokalle. Lähtökohtana työlle toimi Suomen nykyinen opetussuunnitelma ja viiden muun maan vastaavat dokumentit tähtitieteen osalta. Opetussuunnitelmien vertailuun otettiin kaksi maata Pohjois-Amerikasta, kaksi maata Euroopasta ja kaksi maata Tyyneltä valtamereältä. Edellä mainittujen maiden valitseminen perustui kahteen eri kriteeriin. Ensiksi edellä mainittujen maiden maantieteellisen jaottelun tavoitteena oli antaa mahdollisimman kattava kuva tähtitieteen opetuksesta eri puolilla maailmaa. Toisena valintakriteerinä oli tarkasteltavien maiden opetussuunnitelmien saaminen joko suomeksi tai englanniksi.

Opetussuunnitelmien pohjalta laadittiin kokeellinen opetussuunnitelma (KOPS), joka toteutettiin Oulun normaalikoulun viidennellä luokalla tapaustutkimuksena tammi-helmikuussa 2013. KOPSssa määriteltiin tarkoituksellisen väljästi tähtitieteen opetuksen perussisältö. Tämä mahdollisti lasten ottamisen mukaan opetussuunnitelmatyöhön. Opetusjakson aikana seurattiin oppilaiden ajatuksia ja näkemyksiä opetuksen onnistumisesta sekä heidän toiveitaan opetuksen sisällöstä. Opetuksen sisältöä tarkennettiin opetuskokeilun aikana perustuen oppilailta kerättyyn palautteeseen.

KOPSin toteutusvaiheen lähtökohtana oli oppilaiden ottaminen mukaan sen laatimiseen. Oppilaiden osuus OPSin muodostamisessa kuuluu oppimisen itsesäätelyn piiriin. Oppilaiden itsesäätelyn kehittyminen muodostaa viitekehyksen tutkimuksen opetuskokeiluosiolle. Oppimisen itsesäätely koostuu metakognitiivisista taidoista, motivaatiosta ja oppimisstrategioista. Metakognitio tarkoittaa kykyä arvioida oppimistehtävien vaativuutta suhteessa omiin vahvuuksiin ja heikkouksiin, sekä oman toiminnan sopeuttamista niin, että oppimisprosessi mahdollistuu. Motivaatio ilmenee oman oppimisen arviointina, halukkuutena ottaa haasteita vastaan ja näin kehittää omia taitoja, sekä virheiden sietämisenä. Virheet ovat mahdollisuus oppia. Oppimisstrategiat ovat tapoja oppia, kykyä valita tehtävään sopiva työskentelytapa ja kykyä käyttää näitä työskentelytapoja onnistumista tukevalla tavalla. (Perry, Hutchinson, & Thauberger, 2007)

Opetuskokeilu toteutettiin tieteellisen tutkimuksen muodossa. Näin oppilaat oppivat tähtitieteen ja metakognitiivisten taitojen lisäksi tieteellisen tutkimuksen perusteita. Tieteen teko alkaa useimmiten perehtymisellä kirjallisuuteen. Näin selviää, mitä muut tutkijat ovat saaneet aiheesta selville, ja mitä kysymyksiä on ratkaisematta. Kokeellisessa työssä keskeistä on tutkimusongelmien muotoilu niin, että ongelmiin voidaan etsiä vastauksia. Vastausten löytämiseksi pystytetään koejärjestely, ja kokeiden tekemisen jälkeen tulokset analysoidaan. Viimeisenä vaiheena on tulosten esittäminen muille tutkijoille ja suurelle yleisölle.

Tässä kokeilussa tähtitieteeseen perehdyttiin opettajajohtoisella opiskelulla. Tälle perustalle oppilaat muotoilivat omia oppimis- ja tutkimustavoitteita. Kokeellinen työ sisälsi vesiraketin lennon tutkimista parityöskentelynä. Oppilaat analysoivat saamansa tulokset ja esittivät ne

muille oppilaille. Tieteellisen ajattelun kehittymistä ei kuitenkaan mitattu kokeilun aikana, vaan se rajattiin pois tuloksista.

Opetusjaksolta saadut tulokset analysoitiin opetuskokeilun jälkeen. Analysoinnissa huomioitiin niin opetusjaksolla toimineiden opettajien kuin oppilaiden näkemykset ja mielipiteet opetusjakson sisällöstä sekä opetusjakson vahvuuksista ja heikkouksista. Oppilaiden näkemykset kerättiin kyselyn muodossa kerran viikossa koko opetusjakson ajan. Lisäksi oppilaat suorittivat tähtitieteen osaamista mittaavan kokeen jakson lopussa. Tämä aineisto yhdessä oppilaiden omien oppimistavoitteiden kanssa on merkittävä osa tätä tutkimusta, ja siksi ne on esitetty yksityiskohtaisesti oppituntien kuvauksissa ja tulososiossa. Opetuskokeiluun ja siitä saatujen tulosten analysointiin pohjautuen laadittiin ehdotus tähtitieteen opetussuunnitelmasta (Tä-OPS), joka on esitetty pohdintaosion lopussa.

2 TÄHTITIEDE

Tähtitieteen opettaminen on luontevaa liittää taivaalla konkreettisesti näkyviin kohteisiin ja avaruuden tutkimukseen liittyvään teknologiaan. Siksi opettajan on tarpeen tietää edes suppeasti havaitsevan tähtitieteen historiaa ja avaruustutkimuksen käsitteitä. Galileo Galilei julkaisi teoksen *Sidereus Nuncius* (suomeksi tähtimaailman sanansaattaja) vuonna 1610, missä hän kuvasi Jupiterin neljän kuun kiertoliikkeen Jupiterin ympäri (Galilei & Lehti, 1999, s. 200–207). Näin hän asettui Johannes Keplerin rinnalle tukemaan Nikolaus Kopernikuksen 50 vuotta aikaisemmin ehdottamaa Aurinkokeskeistä järjestelmää, mikä lopulta johti Maapallokeskeisen maailmankuvan hylkäämiseen.

Charles Messier (1730–1817) eli Ranskassa ja hänen ansionsa oli luetteloida tähtitaivaan kohteita (Heikkilä, 1996, s. 165–169). Tuohon aikaan koettiin tärkeäksi löytää taivaalta komeettoja, ja niitä etsimällä Charles Messier elätti itsensä. Hän huomasi taivaalla olevan sumumaisia liikkumattomia kohteita, jotka hän luetteloi välttääkseen sotkemasta niitä arvokkaampiin komeettoihin. Näin syntyi ensimmäinen luettelo galakseista ja tähtijoukoista, sillä tuon ajan kaukoputkissa nämä kohteet muistuttivat toisiaan.

Sir William Herschel (1738–1822) oli syntyjään saksalainen, mutta hän teki elämäntyönsä muusikkona ja tähtitaivaan kaikkien kohteiden tutkijana Englannissa. Hän löysi Uranuksen vuonna 1781, ja tästä löydöstä tunnustuksena saamansa vuosittaisen tutkimusmäärärahan turvin hän kartoitti tähtitaivaan sumumaisia kohteita, kaksoistähtiä ja Saturnuksen kuita. Hänen poikansa John Herschel (1792–1871) oli eteläisen (Eurooppaan näkymättömän) tähtitaivaan kartoittaja Etelä-Afrikkaan tekemänsä matkan ansiosta.

Lordi Rosse (1800–1867) oli irlantilainen tutkija ja hän havaitsi ensimmäisenä rakennetta aiemmin sumumaisina nähdyissä galakseissa. Vuonna 1845 hän näki kierrehaarat Messierin luettelon kohteessa 51, Tuulimyllygalaksi, ja näin hän edisti merkittävästi galaksitutkimusta. Amerikkalainen tutkija Edwin Hubble osoitti vuonna 1925, että galaksit ovat oman linnunrajamme ulkopuolisia kohteita. Siksi ihmiskunnalla on ollut käsitys avaruudesta galaksien ja tyhjyyden ulappana 88 vuoden ajan. Suomalainen tähtitieteen tutkimus on ollut maailman

huippuluokkaa asteroidien ja komeettojen kartoituksessa 1930-luvulla (Oja, 2003, s. 67–68). Siksi asteroidien nimistössä on runsaasti suomalaisia naisten nimiä, paikkakuntia, Kalevalan tarustoa, tutkijoita ja heidän ystäviään. Nykyään Suomi on mukana Euroopan avaruusjärjestön hankkeissa, ja esimerkiksi maailmankaikkeutta infrapuna-alueella kartoittavan Herchel-satelliitin pääpeili on hiottu Tuorlan observatoriossa (Karttunen, Manner, Mäkelä, & Suhonen, 2012, s. 110–113).

Avaruustutkimus on osa tähtitiedettä, ja se tarkoittaa kaikkea avaruudessa tapahtuvaa toimintaa. Suurin osa tästä toiminnasta on kaupallista ja sotilaallista toimintaa, ja lisäksi on pieni osuus tieteellistä tutkimusta. Tieteellisen ja kaupallisen toiminnan päällekkäisyydestä on esimerkkinä sääennusteiden tarkentuminen sääsatelliittien käyttöönoton jälkeen. Maan pinnalta avaruutta voidaan tutkia näkyvän valon ja radioaaltojen taajuudella. Avaruuteen viedyt mittalaitteet voivat mitata lisäksi infrapuna-aluetta, mikroaaltosäteilyä sekä UV-säteitä ja tätä lyhytaaltoisempia röntgen- ja gammasäteilyä. Tämä lisäinformaatio on lisännyt ihmisen tietämystä maailmankaikkeuden rakenteesta. (Karttunen et al., 2012, s. 110–113)

Toinen tähtitieteen erikoisalue on astrometria, joka tutkii tähtien liikkeitä, etäisyyksiä ja paikkoja (Karttunen et al., 2012, s. 113). Hipparcos-satelliitti on mitannut lähitähtien paikat muutaman millikaarisekunnin tarkkuudella, joten ihminen tuntee tähtien paikat tarkasti muutaman tuhannen valovuoden päähän asti. Lopuksi on syytä mainita vielä suhteellisuusteoria (Enqvist, 2005, s. 200–201). Aineen ja energian välinen yhteys on vaikuttanut merkittävästi tieteen maailmankuvaan, ja opettajan on hyvä olla valmis keskustelemaan aiheesta.

3 VERTAILEVA TUTKIMUS JA TAPAUSTUTKIMUS

Tässä tutkimuksessa tutustuttiin useiden maiden koulujärjestelmiin ja verrattiin tähtitieteen opetusta näiden maiden välillä tutkimalla niiden opetussuunnitelmia. Tämä tutkimuksen osa on kasvatustieteellistä vertailevaa tutkimusta. Vertailevassa tutkimuksessa pyritään määrällisiin, mitattaviin tuloksiin ja yleistämään tulokset koskemaan mahdollisimman laajaa joukkoa (Vilkkä, 2007). Yleisin tapaus on tietyn teeman vertailu alueittain toisiinsa (Keränen, 2001). Vertailu voidaan tehdä vertaamalla alueita yleiseen referenssiin, kuten tässä työssä verrattiin Suomen opetussuunnitelmaan, tai useita alueita voidaan verrata keskenään toisiinsa.

Tapaustutkimus voidaan nähdä vastakkaisena lähestymistapana vertailevalle tutkimukselle, sillä se korostaa tiedon ja termien kontekstuaalisuutta (Keränen, 2001). Tutkija havainnoi ja kuvaa kokonaisvaltaisesti tutkittavaa asiaa, ja samalla ainakin osittain luopuu yleistettävyydestä. Jotta kohteesta saadaan oleellista ja luotettavaa tietoa, tutkijan on osattava valita aiheen kannalta relevantti metodi (Välimaa, 2010). Perinteisiä tapoja tehdä tutkimusta ihmistieteissä ovat havaintopäiväkirjan pitäminen, haastattelut, valokuvaus ja osallistuva havainnointi. Osallistuva havainnointi tarkoittaa elämistä osana tutkittavaa järjestelmää ja analyysin tekoa tästä järjestelmästä. Tässä tutkimuksessa toteutettu opetuskokeilu on luonteeltaan osallistuvaa havainnointia. Opettaja tekee opetustyötä ja samalla havainnoi opetuksen tuloksia.

Osallistuvan havainnoinnin kautta hankittu informaatio on hiljaista tietoa, mikä tarkoittaa sosiaalisen kontekstin ja kokemuksellisuuden liittymistä osaksi tietoa (Lindh, 2006; Teichler, 1996, s. 47–49). Tutkittavan systeemin itsensä kannalta hiljainen tieto on jo määritelmällisesti olennaista, joten sen kerääminen osallistuvan havainnoinnin avulla on arvokasta työtä, mutta samalla sitä voi olla vaikea muotoilla julkaistavaksi yleisesti ymmärrettävässä muodossa. Taavoitteena on hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen ja olennaisen tiedon hankkiminen ilmiöstä.

Tiedon hankinnan lisäksi tutkijan tehtävä on systematisoida eri lähteistä hankittua mahdollisesti hajanaista tietoa (Välimaa, 2010). Systematisoinnin tuloksena tutkija tulee tietoiseksi siitä mitä hän tietää, ja näin on mahdollista pohtia keinoja, joilla voi hankkia uutta tietoa. Hankittu

kontekstuaalinen hiljainen tieto edesauttaa relevanttien päätelmien tekemistä (Lindh, 2006, s. 47–49). Tässä tutkimuksessa opetuskokeilun jälkeen suoritettu analyysi tavoitteiden saavuttamisesta ja kokeellisen opetussuunnitelman hyvistä ja huonoista puolista on luonteeltaan hankitun tiedon systematisointia.

4 OPPIMISEN ITSESÄÄTELY

Oppimisen itsesääteily on yläkäsite, joka muodostuu metakognitiivisista taidoista, motivaatiosta ja oppimisstrategioista (Perry et al., 2007). Se tarkoittaa oppilaan kykyä ottaa vastuu omasta toiminnastaan ja toimia eri oppimistilanteissa oma-aloitteisesti ja oppimistavoitteet saavuttaen. Oppimisen itsesääteilytaitojen puuttuminen ilmenee oppimistilanteissa hyväksynnän hakemisena muilta ihmisiltä sen sijaan, että oppilas osaisi nauttia itse asetettujen tavoitteiden saavuttamisesta.

Tällaista asennetta opiskeluun kutsutaan termillä sosiaalisesti riippuvainen orientaatio (Ahonen et al., 2004, s. 54–57). Tavoite on käyttäytyä hyväksyttävällä tavalla ja oppimistavoite on tämän rinnalla merkityksetön. Toinen tapa, millä oppimisen itsesääteilyn heikkous ilmenee, on omaa minää puolustavan oppijan orientaatio opiskeluun. Oppimistilanteisiin liittyvät haasteet ovat tällöin heikkoa minäkuvaa kompensoivien selviytymisstrategioiden koetin, mikä tehokkaasti estää oppimista. Oppiminen on siis yhteydessä oppijan tunteisiin ja motivaatioon (Lepola, Salonen, & Vauras, 2000).

4.1 Metakognitio

Metakognitio tarkoittaa kykyä arvioida oppimistehtävien vaativuutta suhteessa omiin vahvuuksiin ja heikkouksiin, sekä oman toiminnan sopeuttamista niin, että oppimisprosessi mahdollistuu. Oppija siis tunnistaa omat vahvuutensa ja heikkoutensa, ja osaa lisäksi tuottaa eritasoisia oppimistehtäviä, joista hän valitsee itselleen sopivan haasteen. Motivaatio on halukkuutta ottaa vastaan oppimishaasteita ja näin kehittää omia taitoja, sekä kykyä sietää virheitä oppimisprosessin aikana. Motivoitunut oppija näkee virheet mahdollisuutena oppia. Oppimisstrategiat ovat tapoja oppia, kykyä valita tehtävään sopiva työskentelytapa ja kykyä käyttää näitä työskentelytapoja onnistumista tukevalla tavalla. (Perry et al., 2007)

Oppimisen itsesäätelyn kehittymistä tukeva opetustyö muodostuu opettajan valinnoista (Perry et al., 2007). Oppilas tarvitsee tietoa oppiaineesta ja työskentelytavoista, jotta itsenäinen työskentely mahdollistuu. Siksi opettajan tulee kuvata jakson alustusvaiheessa keskeiset sisällöt. Työskentelyn aikana oppilas tarvitsee kokemuksen mahdollisuudesta vaikuttaa opiskelunsa sisältöön. Oppilaat siis tekevät valintoja opiskelunsa suhteen ja opettaja tukee valintojen tekoa. Lisäksi oppilasta kannustetaan kehittämään taitojaan ottamalla haasteellisia tehtäviä vastaan. Näin opettaja ohjaa työskentelyä oppijan lähikehityksen vyöhykkeelle (Opetushallitus, 2004, s. 18). Tässä työssä lähikehityksen vyöhyke tarkoittaa opiskeltavaa asiaa, jonka oppilas kykenee omaksumaan opettajan antaman riittävän tuen avulla. Opiskelun arvioinnin tulee olla kannustavaa ja ohjata oppilasta tarkkailemaan omaa oppimista (Perry et al., 2007). Tämä tarkoittaa sitä, että arvioinnin tulee tapahtua oppimisprosessin aikana. Lisäksi opettajan asenne virheisiin on ymmärtävä. Virheet ovat mahdollisuus kehittyä ja oppilaiden tulee tämä ymmärtää.

Oppimisen itsesäätelyn kehittymistä tukee opiskelu pitkäkestoisissa projekteissa, jotka yhdistävät eri oppiaineita ja tarjoavat merkityksellisen viitekehyksen. Oppilaat saavat tehdä opiskelussaan valintoja projektin etenemisen suhteen. Tämä sisältää työn aiheen, työskentelypaikan valinnan ja vaikutusmahdollisuuden työryhmän muodostamiseen. Oikeus säädellä työn haasteellisuutta on tärkeä sisältäen tuotoksen määrän, työskentelyn nopeuden ja vastaanotettavan tuen määrän. Itsesäätelyn kehittymistä edistää myös oppilaan ottaminen mukaan arviointiprosessiin ja oppimisen näkyväksi tekemisen määrittelyyn. (Perry et al., 2007)

4.2 Minäkäsitys

Minäkäsitys on pohjana oppimisen itsesäätelyn rakentumiselle (Ahonen et al., 2004, s. 54–57). Minäkäsitys tarkoittaa ihmisen käsitystä omasta itsestä (Ranssi-Matikainen, 2009, s. 83–103). Sitä käytetään usein synonyyminä itsetunnolle, ja se koostuu kotoa lapsuudessa saadusta osasta eli annetusta itsetunnosta, ja omilla pätevyyden kokemuksilla hankitusta ansaitusta itsetunnosta. Terveen itsetunnon omaava ihminen kokee olevansa rakastettu ja hyväksytty, hän kokee kuuluvansa yhteisöön ja olevansa ainakin jossakin asiassa pätevä.

Annettu itsetunto muotoutuu lapsen ensimmäisessä ihmissuhteessa kodin sisällä (Geels, Wikström, Hermanson, Junus, & Takkula, 2009, s.78). Pieni lapsi identifioituu hänelle merkityksellisiin ihmisiin. Kun lapsi sitten identifioituu niihin rooleihin, joita hänelle merkitykselliset henkilöt esittävät hänelle ympäristössään, heijastaa se asenteita, joita nämä henkilöt ensimmäiseksi ovat lasta kohtaan omaksuneet. Siis niin kutsuttu ”minä” heijastaa merkittävien toisten ihmisten lapselle osoittamia asenteita. Poijula tuo myös esille kirjassaan hoivaajan merkityksen (Pojula, 2002, s.25). Lapsessa on hänen mukaansa sisäänrakennettu valmius kiintyä hoitaajaansa. Kiintymyssuhde on Poijulan mukaan tärkeä tunnesuhde, jonka ihminen luo turvallisuuden tunteensa takaamiseksi.

Koulussa on paljon tilanteita, joissa lapsi rakentaa minäkäsitystään. Koulussa lapsella on paljon ihmissuhteita vertaisiin ja aikuisiin. Lisäksi lapsi saa suoraa palautetta kyvyistään ja taidoistaan erilaisten kokeiden välityksellä. Tämä lisää tietoisuutta omista vahvuuksista ja heikkouksista, mikä tukee realistisen minäkuvan muodostumista, mutta voi myös rapauttaa itsetuntoa. Jos nuori kokee matematiikan tärkeäksi taidoksi, mutta ei menesty matematiikan opinnoissa, niin nämä kokemukset voivat heikentää minäkäsitystä ja johtaa välttelevään asenteeseen matematiikkaa kohtaan. Antamalla sopivassa määrin tukea ja tietoa opettaja voi tukea lapsen henkistä kasvua ja kehitysvaiheiden menestyksellistä läpikäymistä. (Terho & Akselin, 2002, s. 114–119).

Oppimistilanteissa oppilaan saamaa ulkopuolista palautetta pidetään merkityksellisenä oppilaan minäkuvan kehittymiselle (Terho & Akselin, 2002, s. 114–119). Näin ei kuitenkaan tapahdu, jos positiivinen palaute ei kohdistu samoihin asioihin kuin oppilaan sisäinen motivaatio. Toisaalta ihmisen asettaessa itselleen oppimistavoitteita, ulkopuolisen palautteen merkitys vähenee. Voidaan ajatella, että ihminen sisäsyntyisesti muuttaa toimintaansa siten, että hän kasvaa kohti uusia onnistumisia tulevaisuudessa. Siksi on tärkeää, että oppija itse pääsee asettamaan oppimistavoitteita ja vaikuttamaan opetuksen sisältöön (Perry et al., 2007).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tähtitieteen opetusta oppimisen itsesäätelyn kehittämisen näkökulmasta (Perry et al., 2007). Tällöin opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on kiinnitettävä huomiota erilaisten oppimisstrategioiden mahdollistamiseen, oppilaan motivaatioon vaikuttamiseen ja metakognitiivisten taitojen kehittämiseen. Peruskoulun ongelmana on, että

esi- ja alkuopetuksessa erilaisten oppimisstrategioiden opetukseen panostetaan, mutta tämän jälkeen painopiste siirtyy asioiden opettamiseen (Sulkunen et al., 2012, s. 59). Esimerkiksi lukemisen opettamisessa kehoitetaan lukemaan tavuittain, mutta lukemaan oppimisen jälkeen lukutaito saa kehittyä lähinnä muun toiminnan ohessa ja ilman aktiivista kehitystyötä. Taustalla vaikuttaa ajatus, että oppilaalla on riittävän hyvät oppimisstrategiat alkuopetuksen jälkeen, ja näihin taitoihin ei tarvitse vaikuttaa enempää. Kuitenkin oppimisstrategiat kehittyvät ihmisen koko elämän ajan. Koko oppimisen perustan muodostavat oppimismotivaatio, lapsen minäkuva sekä lapsen tietoisuus omista vahvuuksista ja heikkouksista. Koska nämä henkiset kyvyt ovat keskeisiä oppimisen mahdollistajia, niin opettajan tulisi päästä käsiksi näihin prosesseihin. Tässä tutkimuksessa keskitytään selvittämään sitä, kuinka opettaja voi valinnoillaan edistää lapsen oppimisen itsesäätelyn kehittymistä. Voidaanko näitä henkisiä prosesseja tehdä näkyviksi, ja jos voidaan, niin minkälaisia ratkaisuja tämä vaatii opettajalta?

5 OPETUSSUUNNITELMIEN VERTAILU

Nykyään opetussuunnitelma mielletään arjen puheessa usein opetettavien asioiden suunnitelmaksi (Vitikka, 2009, s. 49). Opetussuunnitelman yksiselitteinen määrittelemineen on kuitenkin vaikeaa, koska opetussuunnitelma on luonteeltaan laaja-alainen yhteiskunnallinen ja ihmistieteellinen ilmiö. Käsitteenä opetussuunnitelma on Suomessa noin sadan vuoden ikäinen. Ensimmäiset asiakirjat, joita kutsuttiin opetussuunnitelmaksi, olivat kansakoulua varten laadittuja suunnitelmia. (Holappa, 2007, s. 23) Opetussuunnitelmakäsitteen Suomessa otti ensimmäisenä käyttöön Mikael Soininen vuonna 1901 ilmestyneessä opetusopin teoksessaan (Vitikka, 2009, s. 50). Suomalaisessa koulujärjestelmässä opetussuunnitelma on määrittynyt eri tavoin eri aikoina (Holappa, 2007, s. 23). Holapan mukaan opetussuunnitelmakäsitettä voidaan tarkastella erilaisina tasoina tai vastaavasti tarkastelun apuna voidaan käyttää apukäsitteitä. Opetussuunnitelmien tasoilla tarkoitetaan sitä, että on olemassa erilaisia opetussuunnitelmia, jotka muodostavat tasojen hierarkian (Vitikka, 2009, s. 50).

Opetussuunnitelman tasojen määrittelyjä on erilaisia. Hierarkioiden tasoina voidaan ajatella esimerkiksi etukäteissuunnitelma, toteutettu opetussuunnitelma sekä oppilaiden kokema opetussuunnitelma. Toisaalta näillä opetussuunnitelman tasoilla on hyvin usein viitattu kansalliseen opetussuunnitelmajärjestelmään määrittelemällä valtakunnallinen opetussuunnitelma, kunnan opetussuunnitelma, opettajan laatima opetussuunnitelma sekä oppilaan kokema opetussuunnitelma. (Vitikka, 2009, s. 50–51)

Perustelut opetussuunnitelman määrittelemiseksi ja tarkastelemiseksi perusopetussuunnitelmajärjestelmän pohjalta ovat hyvin selkeät, sillä opetussuunnitelmatyötä tehdään koulutusjärjestelmämme eri tasoilla aina keskushallinnosta peruskoulun luokkahuoneeseen (Johnson, Kykyri, Pyhältö, & Soini, 2007, s. 143). Holapan mielestä kaikille tasojaotteluille on kuitenkin yhteistä opetussuunnitelman jakaminen kirjoitettuun ja toteutettuun opetussuunnitelmaan (Holappa, 2007, s. 51).

Vastaavasti Vitikan mielestä opetussuunnitelman kuvaaminen voidaan jakaa karkeasti kahteen näkökulmaan. Yhtäällä opetussuunnitelma on nähty historialliseen aikaan, sosiaalisen paik-

kaan ja yhteiskuntarakenteisiin sitoutuvana kouluinstituution toiminnan ohjaamisen välineenä. Toisaalta opetussuunnitelma on nähty pitkälti toiminnallisena, opettajan työvälineenä. Yleisesti ottaen opetussuunnitelmaa pidetään kuitenkin keskeisimpänä dokumenttina, jonka avulla yhteiskunta ilmaisee koulutusta koskevan tahtonsa ja tavoitteensa. (Vitikka, 2009, s. 49–50)

Suomessa opetuksen valtakunnallinen ohjausjärjestelmä koostuu nykyisin useasta eri osasta. Opetussuunnitelma on yksi keskeinen osa tätä ohjausjärjestelmää. Tämän lisäksi opetuksen ohjausjärjestelmään kuuluvat perusopetuslaki ja -asetus sekä valtioneuvoston asetus opetuksen yleisistä tavoitteista ja tuntijaoista. Opetushallituksen laatiman opetussuunnitelman perusteiden tehtävänä on täsmentää ja määritellä perusopetuslakia ja -asetusta. Yhteiskunnan kannalta opetussuunnitelman perusteiden ensisijaisena tehtävänä on toimia ohjeena paikallisen tason opetussuunnitelman laatimiseen. Näitä ovat kunta- ja koulutason opetussuunnitelmat. (Vitikka, 2009, s. 65–66)

Opettajan kannalta opetussuunnitelmalla voi olla kaksi erilaista luonnetta ja tehtävää. Jos opetussuunnitelman tehtävänä on toimia keskitetyn ohjausjärjestelmän osana, niin opetussuunnitelma toimii pitkälti opettajan toiminnan ohjausvälineenä. Mitä enemmän opettajan toimintavapautta opetussuunnitelma sitoo, sitä selkeämmin se on tarkoitettu opetuksen ohjauksen välineeksi. (Vitikka, 2009, s. 66–67)

Vastaavasti hajautetussa ohjausjärjestelmässä opetussuunnitelman tehtävänä on toimia opettajan työvälineenä. Tällöin opetussuunnitelmaa eivät sido tiukat säännöt ja rakenteet (Vitikka, 2009, s. 66–67). Opetussuunnitelmaa voidaan käyttää myös opettajakunnan sitouttamiseen koulun toiminnan pohdintaan. Toisaalta monet tutkimustulokset ovat osoittaneet, että opettajat harvoin kokevat opetussuunnitelman omakohtaiseksi toimintaohjelmaksi ja koulun arjen työvälineeksi. (Johnson et al., 2007, s. 171–185). Tämä kertoo siitä, että opetussuunnitelma saatetaan kokea enemmän ylhäältä annetuksi ohjaukseksi ja toiminnan rajoittajaksi, jolloin opetussuunnitelman rooli työkaluna ei toteudu.

Opetussuunnitelma kietoutuu tiedon arvon ympärille. Mikä on kyllin arvokasta tietoa opetettavaksi? Yksi ratkaisu opetussuunnitelman rakennemalliksi on organisoida tieto tieteenaloittain oppiaineiksi, ja toinen tapa on esittää tieto ongelmien ympärille rakentuvina ratkaisuin. Ongelmien ympärille organisoitu tieto on monitieteellistä ja oppiaineet ovat välineitä ratkaisui-

jen tekemiselle. Historiallisen kontekstin mukaan näitä ratkaisuja kutsutaan lehrplan ja curriculum–tyyppisiksi opetussuunnitelmiksi. (Vitikka, 2009, s. 101) Tähtitieteen opetusta tarkasteltaessa tämän jaottelun käyttö on hyödyllistä, sillä näin selkeytyy oppimistapahtumalle keskeinen tavoitteenasettelu. Opetussuunnitelma voi painottaa lehrplan-tyyppisesti tietoa tai curriculum-tyyppisesti oppilaan kehittymistä.

Lehrplan–tyyppinen opetussuunnitelma pohjautuu herbartilaiseen tietopainotteisuuteen ja tiedonkäsitykseen (Malinen, 1992, s. 14–15; Salminen, 2002, s. 23–29; Siljander, 2002, s. 99–143). Tässä ajattelussa opetussuunnitelma on opetushallinnon luoma opetuksen ohjauksen työkalu. Lehrplan voidaan suomentaa sanalla lukusuunnitelma, ja sen keskeisenä sisältönä on oppiainejako, oppiaineisiin käytettävä aika ja tavoitteiden määrittely asiasisällöistä lähtien, mikä voi sisältää ohjeita opetusmenetelmistä, kokeiden sisällöstä ja opetettavasta tietoaineksesta. Lehrplan–tyyppinen opetussuunnitelma ohjaa koulun toimintaa individualistiseen tai teennäisen kollegiaalisuuden kulttuuriin (Hargreaves, 2000). Individualistisessa opetuskulttuurissa opettajat työskentelevät yksin. Luokanhallinta ja koettu pätevyys opettajana voivat olla hyvät, mutta toiminnan kehittäminen on vaikeaa. Muutokset koulun toiminnassa kun vaativat yhteistä tahtoa opettajilta. Teennäisen kollegiaalisuuden kulttuurissa opettajat toimivat yhteistyössä pelkästä velvoitteesta. Tämä ei kehitä koulua ruohonjuuritasolta päin, vaan toimintaa ohjaa kouluhallinnossa syntyneet ideat. Lehrplan–ajattelun mukaiselle tähtitieteen opetussuunnitelmalle on keskeistä tähtitieteen sisältöjen kuvaaminen tarkasti ja maailmankuvaa käsittelevien huomioiden jääminen pois.

Curriculum–tyyppinen opetussuunnitelma pohjautuu Deweyn pragmaattiseen kokonaisopetusajatteluun (Malinen, 1992, s. 14–15; Siljander, 2002, s. 202–222). Sen mukaan tiedolla on arvoa vain suhteessa tiedon relevanttiin ympäristöön, mikä johtaa asioiden välisten suhteiden korostamiseen. Tässä ajattelussa opetussuunnitelma on tarkoitettu opettajien yhteisesti käytettäväksi työkaluksi, ja sisällöt rakentuvat oppilaan opetuksen ympärille. Tavoitteet muovautuvat lapsen kehitystä tukeviksi ja opetus pyrkii lapsen toimintaan läheisesti liittyvien oppimiskokemusten rakentamiseen. Curriculum–tyyppinen opetussuunnitelma ohjaa koulua kollaboraatiivisen yhteistyön toimintakulttuuriin (Hargreaves, 2000). Tässä kiinnostus oman ammattitaidon ja koulun kehittämiseen vie eteenpäin opettajien vapaaehtoista keskinäistä yhteistyötä. Tä-

mä mahdollistaa toiminnan kehittämisen ja tehokkuuden. Toiminta pohjautuu ruohonjuuritason kokemuksiin opetustyöstä ja parhaita toimintamalleja pyritään hyödyntämään. Tähtitieteen opetuksessa curriculum–ajattelun mukainen opetussuunnitelma esittää tähtitieteen tapana käsitteä maailmaa ja osana maailmankäsityksen rakentamista.

Useimmat opetussuunnitelmat, myös Suomen OPS, sisältävät piirteitä sekä lehrplan-tyyppisestä hallinnollisesta että curriculum–tyyppisestä pedagogisesta suunnitelmasta (Salmi-
nen, 2002, s. 23–29; Vitikka, 2009, s. 102–106). Tavoitteena on yhdistää molempien mallien hyvät puolet. Opetussuunnitelman tietosisällöt ja kaikki saatavilla olevat oppikirjat on organisoitu oppiainejakoisesti, mutta samalla korostetaan oppiainerajat ylittävän opetuksen tärkeyttä. Curriculum–tyyppiselle ajattelulle keskeinen tiedon käsittelytaitojen tärkeys tuodaan myös selkeästi esiin.

Tämän tutkimuksen eri maiden opetussuunnitelmien vertailuun otettiin kaksi maata Pohjois-Amerikasta, kaksi maata Euroopasta ja kaksi maata Tyyneltä valtamereltä. Maantieteellisellä jaottelulla oli tarkoitus saada aikaan kattava kuva tähtitieteen opetuksesta. Koska tarkasteltavien maiden toisena valintaperusteena oli opetussuunnitelman oleminen vapaasti saatavilla joko suomeksi tai englanniksi, niin haluttu globaali tarkastelu supistui pelkästään länsimaisen koulutusjärjestelmän tarkasteluksi. Esimerkiksi Venäjä, Kiina ja Intia olisivat olleet mielenkiintoisia maita tähtitieteen opetussuunnitelman kehittämisen kannalta, koska maat harrastavat aktiivista avaruustutkimusta muun muassa miehitettyjen avaruuslentojen muodossa.

5.1 Suomen opetussuunnitelma

Suomessa opetusta ohjaa opetussuunnitelmaan kirjatut tavoitteet (Opetushallitus, 2004). Opetussuunnitelmassa tähtitiede ei ollut erillisenä oppiaineena, vaan tähtitieteen opiskelu oli integroitu useisiin eri oppiaineisiin. Tähtitiedettä opiskellaan ympäristö- ja luonnontiedossa vuorokauden- ja vuodenaikojen yhteydessä vuosiluokilla yhdestä neljään. Ympäristö- ja luonnontieto on biologian, maantiedon, fysiikan, kemian ja terveystiedon tiedonaloista koostuva integroitu aineryhmä, jonka opetukseen sisältyy kestävän kehityksen näkökulma. Opetuksen tavoitteena oli, että oppilas oppii tuntemaan ja ymmärtämään luontoa ja rakennettua ympäristöä, itseään ja muita ihmisiä, ihmisten erilaisuutta sekä terveyttä ja sairautta. (Opetushallitus, 2004)

Ympäristö- ja luonnontiedon keskeisiä sisältöjä olivat oma lähiympäristö, kotiseutu ja maapallo ihmisen elinpaikkana, sekä vuorokauden- ja vuodenajat. Opetus tukeutui tutkivaan ja ongelma-keskeiseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana olivat oppilaan ympäristöön ja oppilaaseen itseensä liittyvät asiat, ilmiöt ja tapahtumat sekä oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset. Kokemuksellisen ja elämyksellisen opetuksen avulla oppilaalle kehittyy myönteinen ympäristö- ja luontosuhde (Opetushallitus, 2004). Tähtitieteen opetus oli omiaan tukemaan tällaista tavoitteenasettelua.

Fysiikka-kemian yhteydessä luokilla viisi ja kuusi opetellaan luonnontieteellisen tradition mukaista kokeellista työskentelyä. Aiheina olivat luonnon rakenteet, Maan vetovoima ja kitka sekä voimista aiheutuvat liike- ja tasapainoilmiöt. Lisäksi sisältöihin kuuluivat Maan ja Kuun liikkeet ja näistä aiheutuvat ilmiöt sekä Aurinkokunnan rakenne ja tähtitaivas. Opetuksen lähtökohtana olivat oppilaan aikaisemmat tiedot, taidot ja kokemukset sekä ympäristön kappaleista, aineista ja ilmiöistä tehdyt havainnot ja tutkimukset, joista edettiin kohti fysiikan ja kemian peruskäsitteitä ja periaatteita. Opiskelun tavoitteena oli innostaa oppilasta luonnontieteiden opiskeluun, auttaa oppilasta pohtimaan hyvän ja turvallisen ympäristön merkitystä sekä opettaa oppilasta huolehtimaan ympäristöstään ja toimimaan siinä vastuullisesti (Opetushallitus, 2004). Tämä tavoitteenasettelu ohjaa tähtitieteen opetusta vahvasti lehrplan-tyyppiseen toteutukseen.

Maantieteen yhteydessä luokilla seitsemästä yhdeksään yhtenä tavoitteena oli oppia ymmärtämään planetaarisuuden vaikutuksia maapallolla. Sisällöiksi oli nimetty Maa ihmisen kotiplaneettana ja maapallon sisäiset ja ulkoiset tapahtumat. Maantiedon opetuksen tavoitteena oli tukea oppilaiden kasvua aktiivisiksi ja kestävään elämäntapaan sitoutuneiksi kansalaisiksi. (Opetushallitus, 2004) Tällainen tavoitteenasettelu on omiaan ohjaamaan tähtitieteen opetusta curriculum-tyyppiseen toteutukseen, jossa asiasisällöt ovat osa maailmankuvan ja ymmärryksen rakentamista.

Osa oppilaista opiskelee elämänskatsomustietoa uskonnon sijaan. Valinnaisena aineena elämänskatsomustietoa ei ollut tarjolla. Elämänskatsomustiedossa vuosiluokilla yhdestä viiteen teemana oli ihminen ja maailma. Teemaan yhteydessä pohditaan maailmankaikkeuden ole-

musta, joten siinä tällöin on mahdollista käsitellä tähtitieteen piiriin kuuluvia sisältöjä. (Opetushallitus, 2004)

Suomen opetussuunnitelmassa oli tähtitieteen osalta hyvää tähtitieteen esittäminen osana luonnontieteitä, mikä tukee asiasisällön tieteellistä puolta. Erityisesti fysiikan ja kemian yhteydessä korostui tähtitieteen asiaosaaminen. Opettajan vastuulle tällöin jäi asiasisältöjen esittäminen niin, että ne voivat tukea oppilaan maailmankuvan rakentumista. Maantieteen yhteydessä sen sijaan panostettiin maailmankuvan jäsentämiseen. Tässä yhteydessä tähtitiede oli valitettavasti mainittu erittäin lyhyesti ja siksi tähtitieteen esiin ottaminen maantiedon opetuksessa vaatii opettajalta omaa innostusta tähtitieteen opettamiseen.

Ympäristö- ja luonnontiedon yhteydessä oli kuvattu myös opetusmenetelmiä, ja painotettu havaintojen tekemistä maastossa. Tämä oli opetussuunnitelman parasta osaa tähtitieteen opetuksen näkökulmasta. Toisaalta kaupungissa voi olla vaikea kokea olevansa osa maailman-kaikkeutta, sillä havaittava ympäristö päättyy katulamppujen korkeudelle. Opetussuunnitelman puitteissa on kuitenkin mahdollista toteuttaa yövaellus, joka tähtitieteen, maantieteen, biologian ja liikunnan integraationa antaa kokemuksen elämisestä tähtitaivaan alla. Tämä on erinomainen tarttumapinta myöhemmille luonnontieteen opinnoille. Elämänkatsomustiedon yhteydessä tähtitieteen sisällöt nähtiin selkeästi osana maailmankuvan rakentumista, mutta iso osa lapsista ei kuitenkaan opiskele tätä sisältöä.

5.2 Iso-Britannian opetussuunnitelma

Iso-Britannian koulutusjärjestelmä on rakenteeltaan ja säädöksiltään erilainen maan eri osissa. Englannin ja Walesin koulutusjärjestelmät noudattavat pitkälti samaa rakennetta. (Laukkanen, Sarjala, & Uusihakala, 1996, s. 111) Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin ainoastaan Englannin koulutusjärjestelmää ja opetussuunnitelmaa.

Opetus Englannin valtiollisissa kouluissa perustui kansalliseen opetussuunnitelmaan (Department for Education UK, 1999, s. 12–13). Opetussuunnitelman alussa oli määritelmä opetussuunnitelman tavoitteista. Ensimmäinen tavoite oli oppimisen sekä tietojen ja taitojen takaa-minen riippumatta henkilön taustasta. Toinen tarkoitus oli opetuksen standardien määrittämi-

nen, kolmas oppilaan oppimisen jatkuvuuden ja johdonmukaisuuden edistäminen sekä neljäs yleisen tietämyksen edistäminen. Opetussuunnitelma jakautui neljään kouluvuotia ryhmittävään osioon (Department for Education UK, 1999, s. 16–18; Laukkanen et al., 1996, s. 111). Osiot yksi (vuosiluokat 1–2) ja kaksi (vuosiluokat 3–6) muodostivat kuusivuotisen perusasteen. Vastaavasti osiot kolme (vuosiluokat 7–9) ja neljä (vuosiluokat 10–11) viisivuotisen alemman toisen asteen.

Opetussuunnitelmassa tähtitieteen opetuksesta löytyi maininta niin perusasteen kuin alemman toisen asteen koulutuksen osalta. Perusasteen osalta tähtitieteen opetuksen tavoite ja sisältö mainittiin lyhyesti opetussuunnitelman vuosiluokkia 3–6 koskevassa osiossa. (URL 1, luettu 7.8.2012) Vuosiluokkia 7–9 koskevassa osiossa oli maininta, että oppilaalle tulee opettaa tähtitiedettä. Opetuksen sisällön ja tavoitteiden osalta osiossa todettiin, että oppilaan tulee ymmärtää ja havainnoida Auringon, Kuun, tähtien, planeettojen ja muiden taivaankappaleiden liikkeitä (Department for Education UK, 2007a, s. 216–218). Tämän tarkempaa tähtitieteen opetuksen sisällön tai tavoitteen määrittelyä ei osiosta löytynyt. Myös vuosiluokkia 10 ja 11 koskevassa osiossa tähtitieteen opetuksen sisällön ja tavoitteiden määrittely oli vähäistä. Opetussuunnitelman tiedeosiossa mainittiin ainoastaan Aurinkokuntamme olevan osa universumia, joka on hitaassa muutostilassa. (Department for Education UK, 2007b, s. 225)

Englannin opetussuunnitelma keskittyi opetuksen asiasisältöihin, sillä opetuksen tavoitteita tai opetusmenetelmiä opetussuunnitelmissa ei mainittu. Tähtitieteen opetuksen osalta opetussuunnitelman anti oli erittäin vähäinen, ja sisällöt lähellä lehrplan tyyppistä ajattelua. Maailmankaikkeuden näkeminen hitaassa muutostilassa edusti curriculum-tyyppistä ajattelua, sillä tämä vaatii asioiden välisten suhteiden ymmärtämistä ja on hedelmällinen lähtökohta opetustyölle.

5.3 Australian opetussuunnitelma

Australiassa on oppivelvollisuus 6 – 15-vuotiaille lapsille ja Tasmanian territoriossa 6 – 16-vuotiaille. Suurin osa lapsista aloittaa opiskelun viisivuotiaina valmistavassa tai esiopetusluokassa. Valmistavan vuoden jälkeen perusaste kestää kuusi tai seitsemän vuotta. Suurin osa

Australian kouluista on opetusministeriön alaisia yhtenäiskouluja. Järjestelmän erityispiirre ovat useat pienet perusasteen koulut harvaanasutuilla alueilla, sekä uskonnollisten yhteisöjen ylläpitämät koulut. (Laukkanen et al., 1996, s. 93–96)

Australiassa osavaltiot hallinnoivat opetusta, ja osavaltioilla on omat opetussuunnitelmansa (URL 2, luettu 9.5.2012). Kaikki opetus pohjautuu kuitenkin valtiotasolla määritettyyn opetussuunnitelmaan, joka sisältää oppimistavoitteet eri luokka-asteille (Australian Curriculum, 2012a; Department for Education UK, 2011, s. 5–6). Opetussuunnitelman tavoitteena oli tehokas, koko elämän kestävä oppiminen ja ihmisten osallisuus Australian yhteiskuntaan.

Australian opetussuunnitelmassa sisältö jaettiin englantiin, matematiikkaan, tieteeseen ja historiaan. Tiede jakautui edelleen biologiaan, kemiaan, maantieteeseen ja avaruustutkimukseen, sekä fysiikkaan. Tähtitiede oli siten sijoitettu maantieteen opetuksen yhteyteen. Opetussuunnitelmassa oppimistavoitteet oli muotoiltu siten, että eri oppiaineiden integraatio tuotiin selkeästi ilmi. Esimerkiksi tieteellisiä havaintoja tuli käsitellä matemaattisin välinein ja niistä tuli kyetä keskustelemaan sekä raportoimaan käyttäen eri tekstilajeja. Opettajalle annettiin vapaus pyrkiä näihin tavoitteisiin parhaaksi katsomallaan tavalla. (Australian Curriculum, 2012a)

Tieteen merkitystä ihmiselle painotettiin opetussuunnitelmassa korostamalla sen havainnointiluonnetta mitattavissa olevista asioista. Tieteen opetussuunnitelman tavoitteena oli auttaa oppilasta rakentamaan ymmärrystä tieteen käsitteistä ja prosesseista, tieteen kehittämisen käytännöistä, tieteen vaikutuksesta kulttuuriin ja yhteiskuntaan ja jokapäiväisen elämän sovelluksiin. Opetussuunnitelman tavoite oli tukea oppilasta kehittymään tiedollisesti, taidollisesti ja ymmärryksen hankkimisen kautta, sekä halutessaan kehittymään elämässään tieteellisen uran kautta. (Australian Curriculum, 2012b, s. 3)

Tieteen opetuksen tavoitteena oli oppilaan kiinnostuminen tieteestä, mikä tulisi ilmetä uteliaisuutena ja haluna tutkia, kysyä ja pohtia. Tavoitteena oli tieteellisen työn kriteereiden sisäistäminen, tieteellisen viestinnän käyttötaidot, sekä kykeneminen päätöksentekoon ottaen huomioon tieteelliset, eettiset ja sosiaaliset näkökulmat. Lopuksi tavoitteenasettelu sisälsi historian, kulttuurin ja tieteen välisten sidosten ymmärtämisen ja tiedeuran monien vaihtoehtojen hahmottamisen. Yhteenvetona tavoitteissa todettiin, että oppilaan tulee hankkia laaja tietous biologiasta, kemiasta, fysiikasta sekä Maasta ja avaruudesta, ja kyky käyttää tätä tietoa muut-

tuvassa ympäristössä. Täsmällisemmät tavoitteet Maan ja avaruuden osalta ovat tieteen olemuksen ymmärtäminen, tieteellisen kyselyn taidot ja tiede ihmisen pyrkimyksenä kietoutuvat yhdeksi kokonaisuudeksi, jonka sisällöstä opettaja päättää (Australian Curriculum, 2012b, s. 19–69).

Australian opetussuunnitelmalle oli ominaista selkeä tavoitteiden asettelu ja keskittyminen oppilaan ajatustoiminnan kuvaamiseen. Oppilaan tavoitteena oli ymmärtää ilmiöitä ja tämän ymmärryksen avulla ennustaa tulevia tapahtumia. Tämä tavoitteenasettelu koski myös tähtitiedettä, joka oli integroitu maantieteen opetuksen yhteyteen. Näin maantieteeseen kuuluva ympäristön havainnointi laajenee luontevasti maailmankaikkeuden havainnointiin, ja ymmärryksen kautta ilmiöiden ennustamiseen. Tavoitteenasettelun lisäksi opetussuunnitelma nimesi selkeästi asiakokonaisuuksia, jotka tukivat tavoitteiden saavuttamista. Opetusmenetelmiin opetussuunnitelma ei suoraan ottanut kantaa, mutta runsas havainnointi ja kokeilu vaativat elämyksellistä oppimista, tekemällä oppimista ja ongelmanratkaisua toteutuakseen opetussuunnitelman tavoiteasettelun mukaisesti.

5.4 Kanadan opetussuunnitelma

Kanada koostuu kymmenestä provinssista ja kolmesta territoriosta. Kanadassa ei ole olemassa kansallista opetussuunnitelmaa, vaan provinssit ja territoriot vastaavat koulutuksesta itse liittovaltion jaetun päätäntävaltajärjestelmän mukaisesti. (Department for Education UK, 2011, s. 19; Laukkanen et al., 1996, s. 131; URL 3, luettu 15.2012) Provinssit ja territoriot ovat kehittäneet koulutukseen oman rakenteensa ja instituutionsa ja ne heijastavat monista samankaltaisuuksista huolimatta alueiden valtavia maantieteellisiä etäisyyksiä ja maan historiallisen ja kulttuurisen perinnön moninaisuutta. Kunkin provinssin ja territorion opetusministeriö on vastuussa alueensa perus- ja toisen asteen opetuksesta. (Laukkanen et al., 1996, s. 131)

Koska tiivistyneestä yhteistyöstä huolimatta vastuu opetuksesta kuuluu provinssille ja territorioille, tarkasteltiin tässä tutkimuksessa ainoastaan Albertan provinssin opetussuunnitelmaa. Albertassa on laadittu opetussuunnitelma luokka-asteille 1–12 (URL 4, luettu 15.5.2012). Opetussuunnitelmassa oli määritetty mitä oppilaan odotetaan oppivan ja tekevän eri oppiai-

neissa kunkin luokka-asteen aikana. Opetussuunnitelma niin pakollisten kuin vapaasti valittavien oppiaineiden osalta oli jaoteltu hyvin selkeästi ja esitetty erittäin kattavasti (Alberta Education, 2011, s. 1). Opetussuunnitelman lisäksi provinssissa oli laadittu myös joukko muita dokumentteja, joiden tehtävänä oli auttaa muun muassa oppilaan vanhempia saamaan tietoa eri oppiaineista, opetusohjelmista sekä kursseista Albertan kouluissa.

Ala- ja yläkoulun osalta tähtitieteen opetus oli integroitu luonnontieteisiin. Luonnontieteen osalta opetussuunnitelmasta löytyi osiot niin luonnontieteen opettamisesta alakoulussa kuin luokkavuosien 7–9 aikana. Alakoulun luonnontieteen opetuksessa tähtitieteeseen liittyviä asioita ja ilmiöitä käsiteltiin laajemmin vasta kuudennella luokalla. Tuolloin tähtitiede oli omana aihekokonaisuutena (Alberta Learning, 1996, s. 36). Tätä ennen oppilaat olivat ensimmäisellä vuosiluokalla tutustuneet eri vuodenaikoihin (Alberta Learning, 1996, s. 7).

Opetussuunnitelman mukaan kuudennen luokan tähtitieteen opetuksen yleisenä tavoitteena oli, että oppilas oppii ymmärtämään niin päivällä kuin yöllä näkemäänsä tähtitaivasta. Tällä tarkoitettiin sitä, että oppilas kykenee tekemään havaintoja, sekä kuvailemaan ja tulkitsemaan taivaankappaleiden liikkeitä. Opetuksen pohjalta oppilas rakentaa tähtitieteen tietouttaan yksinkertaisesta näkökulmasta kohti laajempaa näkökulmaa. Laajemmalla näkökulmalla tarkoitetaan sitä, että oppilas ymmärtää maapallon olevan osa suurempaa universumia. (Alberta Learning, 1996, s. 36)

Yläkoulun osalta tähtitieteen opetus mainittiin omana aihealueena maan- ja tähtitieteen osiossa (Alberta Learning, 2009, s. 3–4). Osion mukaan opetuksen maan- ja tähtitieteen tehtävänä oli luoda globaalia ja universaalia näkemystä oppilaille. Yläkoulun tähtitieteen aiheena oli avaruustutkimus (Alberta Learning, 2009, s. 70–71). Nimensä mukaisesti yläkoulun avaruustutkimus integroitui vahvasti teknologiaan ja ajatukseen siitä, kuinka käsityksemme avaruudesta on kehittynyt ja muuttunut teknologisen kehityksen myötä. Tämän lisäksi opetuksen tavoitteena oli tarjota oppilaalle näkemys siitä, kuinka tieteet ja teknologia vaikuttavat toisiinsa ja kuinka toisen tietämyksen kehittyminen on laajentanut ja nopeuttanut myös toisen aihealueen kehitystä. Oppilaan tuli myös ymmärtää, kuinka teknologian kehittyminen on laajentanut ja mahdollistanut avaruuden hyödyntämisen mahdollisuuksia.

Avaruustutkimukseen liittyvän aihekokonaisuuden osalta opetuksessa tuli käsitellä avaruustutkimuksen ja havaintojen tekemisen teknologioita, paikan ja liikkeen kuvaamista avaruudessa sekä satelliitteja ja kiertoratoja. Näiden lisäksi opetuksessa tuli käydä läpi aineen jakautumista avaruudessa, avaruuden kappaleiden koostumuksia ja ominaisuuksia, elämää tukevia teknologioita sekä viestintätekniikoita. (Alberta Learning, 2009, s. 70–71).

Tähtitieteen opetuksen osalta Albertan provinssin opetussuunnitelma oli erittäin laaja ja moniulotteinen. Opetussuunnitelma ei ottanut kantaa tähtitieteen opetusmenetelmiin, mutta siinä oli määritelty selkeästi tähtitieteen opetuksen keskeisimmät sisällöt ja tavoitteet. Opetussuunnitelman selkeä päätavoite oli oppilaiden maailmankuvan laajentaminen. Tämä näkyy siinä, että asiasisällön oppimisen lisäksi oppilaiden tuli kyetä laajentamaan niin tietämystään kuin ajatteluaan maailmankaikkeudesta ja sen olemassa olost. Tähtitieteen opetus suuntautui vahvasti nykyhetkeen ja tietyllä tapaa myös tulevaisuuteen. Koska opetussuunnitelman merkittävänä tavoitteena oli oppilaan ajattelun kehittäminen, voidaan opetussuunnitelmaa tämän johdosta pitää curriculum–tyyppisenä.

5.5 Uuden Seelannin opetussuunnitelma

Uudessa Seelannissa nykyinen opetussuunnitelma oli otettu käyttöön vuonna 2010. Opetussuunnitelmassa oppimistavoitteet oli jaettu kahdeksaan tasoon, ja ylin kahdeksas taso oli tarkoitus saavuttaa kolmantenatoista opiskeluvuotena. Eteneminen tasolta toiselle riippui oppilajan taustasta, ja esimerkiksi uuden kielen opinnot alkoivat aina tason yksi tavoitteista riippumatta oppilaan luokka-asteesta. Tavoitteet oli jaettu aloittain, ja näitä olivat englannin kieli, taiteet, terveys ja liikunta, vieraat kielet, matematiikka ja tilastotiede, luonnontieteet, yhteiskuntatieteet, sekä teknologiakasvatus. Tähtitiede oli sijoitettu luonnontieteiden yhteyteen. (Ministry of Education New Zealand, 2010a, s. 16–17)

Kunkin aihealueen sisällä oli annettu tavoitteita koskien oppilaan ajattelun taitoja ja aihealueen opetuksen yleisiä tavoitteita. Lisäksi aihealueet olivat sisäisesti jaettu teemoihin, joiden sisällä ilmaistiin täsmällisempiä tavoitteita. Esimerkiksi luonnontieteiden aihealueessa olivat

teemat luonnontiede käsitteenä, elävä maailma, planeetta Maa ja avaruus, fysiikka sekä materiaalit. (Ministry of Education New Zealand, 2010b, s. 23)

Uuden Seelannin opetussuunnitelmassa oli luonnontiede omana osionaan. Tieteen opetuksen yleiset tavoitteet olivat tieteestä ymmärtäminen, mikä sisälsi tieteen käsittämisen tietojärjestelmänä, tieteellisen tiedon kriteerit ja tieteellisen työn vuorovaikutuksen yhteiskuntaan. Toinen tavoite oli tutkimuksen tekeminen, mikä tarkoitti tutkimuksen tekoa luokittelemalla ja tunnistamalla, mallien tunnistamista ja mallien luomista, hypoteesin testausta, rakentelua ja järjestelmän kehittämistä. Kolmas tavoite oli tieteellinen viestintä, mikä sisälsi sanaston kehittämisen, matemaattisen käsitejärjestelmän, tieteen käsitejärjestelmän sekä näiden käsitteiden käyttämisen kuvaamaan omia ja toisten ajatuksia. Neljäs tavoite oli tieteellisen näkökulman käyttö päätöksenteossa silloin, kun tämä lähestymistapa on sovelias. (Ministry of Education New Zealand, 2010b, s. 23–26)

Tähtitieteen opetuksen tavoitteet oli kirjattu teemaan planeetta Maa ja avaruus. Tässä osiossa maapallo käsitettiin kivikehänä, vesikehänä, ilmakehänä ja elämän piirinä, jotka vuorovaikuttavat keskenään. Maapallo nähtiin osana Aurinkokuntaa, jossa Maa, Kuu ja Aurinko ovat suhteessa toisiinsa ja muihin maailmankaikkeuden osiin. (Ministry of Education New Zealand, 2010b, s. 23–26)

Uuden Seelannin opetussuunnitelma sisälsi sekä lehrplan- että curriculum-tyyppisen opetussuunnitelman piirteitä. Opetettava asiasisältö oli kuvattu tarkasti lehrplan-ajattelun mukaisesti ja curriculum-ajattelulle ominaisesti yleisissä oppimistavoitteissa korostettiin asioiden ymmärtämistä ja tiedon käyttämistä. Tähtitieteen osalta tavoiteasettelu keskittyi kuitenkin havaitsemiseen ja kuvaamiseen. Tähtitieteen asiasisältö oli kuvattu tarkasti, ja opetussuunnitelman yleisten tavoitteiden oikeuttamana tähtitieteen opetustavat voivat olla oppilas- tai asiakokeskeisiä. Opetussuunnitelma ei ottanut suoraan kantaa opetusmenetelmiin, mutta tavoitteisiin pääsemiseksi riittää vanhanaikainen luokkahuonetyöskentely tähtitieteen osalta. Opetussuunnitelman yleisiin tavoitteisiin pääsemiseksi tarvitaan oppilaan aktiivisempaa toimintaa.

5.6 Yhdysvaltojen opetussuunnitelma

Koulutusjärjestelmä Yhdysvalloissa on erittäin hajautettu. Koulutusjärjestelmän hajauttaminen osavaltioille perustuu liittovaltion perustuslakiin. (Laukkanen et al., 1996, s. 183) Koulutuksen järjestämisestä on olemassa monenlaisia liittovaltion, osavaltioiden ja paikallisviranomaisien lakeja sekä tuomioistuinten määräyksiä. Hajautuksen johdosta vastuu koulutuksen järjestämisestä kuuluu pitkälti osavaltioille ja paikallisviranomaisille sekä yksittäisille kouluille (URL 5, 24.4.2012). Koska Yhdysvalloissa vastuu opetussuunnitelmasta kuuluu osavaltioille, tarkasteltiin tässä tutkimuksessa ainoastaan New Yorkin osavaltion opetussuunnitelmaa.

New Yorkin osavaltion opetuksen yleiset tavoitteet ja sisällöt määrittelee osavaltion opetusvirasto. Osavaltion tärkeimmät opetusta määrittävät dokumentit olivat *New Yorkin osavaltion oppimisen standardit*, *Osa 100 asetukset* sekä *Opetussuunnitelma* (URL 6, luettu 26.4.2012). Näitä kutsutaan tässä tekstissä yhteisesti termillä opetussuunnitelma.

Opetussuunnitelmassa luonnontieteet oli jaettu kuuteen eri osioon. Nämä osiot olivat perusasteen luonnontiede, keskiasteen luonnontiede, elinympäristöä tutkiva luonnontiede, maantieto, kemia sekä fysiikka. Jokaisen luonnontieteen osa-alueen osalta opetussuunnitelmassa oli määritelty tarkasti niin opetuksen sisältö ja ajankohta kuin oppimisen tavoitteet. (URL 6, luettu 26.4.2012)

Tähtitieteen opetuksen sisällöstä ja tavoitteista oli maininta luonnontieteen kolmessa eri osiossa. Nämä osiot olivat perusasteen luonnontiede, keskiasteen luonnontiede sekä maantiede opetussuunnitelma. Opetussuunnitelmassa perusasteen luonnontiede oli suunnattu esikoululaisille sekä vuosiluokille 1–4. (NYSED, 2011a, s. 21) Keskiasteen luonnontiede oli suunnattu vuosiluokille 5–8. Osiota koskevan opetussuunnitelman mukaan oppilaan tuli ymmärtää maailman-kaikkeuden laajuus, ja kuinka vain hyvin pienen osan siitä voi nähdä paljain silmin. Oppilaan tuli ymmärtää myös taivaankappaleiden liikkeitä niin suhteessa maahan kuin toisiinsa. Tämän lisäksi oppilas tuli ymmärtää, että kausivaihtelut maassa johtuvat maailmakaikkeuden eri kohteiden välisistä vuorovaikutussuhteista. (NYSED, 2011b, s. 21)

Opetussuunnitelman perusasteen ja keskiasteen luonnontieteen osioiden tarkoituksena oli kuvata yleisesti luonnontieteen opetuksen tavoitteet ja sisällöt 8. luokalle asti. Opetussuunnitelmassa maantieteen tavoitteena oli toimia jatkumona perusasteen ja keskiasteen luonnontieteen opetukselle sekä erityisesti niiden *Fyysinen ympäristö*-osioille. (NYSED, 2011c, s. 3)

Koska opetussuunnitelman maantiedettä koskevan osion tarkoituksena oli koota ja tarkentaa perus- ja keskiasteen luonnontieteiden opetusta, löytyi siitä paljon samoja asioita kuin perus- ja keskiasteen luonnontieteitä koskevista osioista. Toisaalta maantieteen opetussuunnitelmassa oli mainittu myös aihepiirejä, joista ei ollut mainintaa perus- ja keskiasteen opetussuunnitelmissa. Perus- ja keskiasteen luonnontieteen osioista poiketen maantieteen osiossa mainittiin muun muassa alkuräjähdyks sekä evoluutio (NYSED, 2011c, s. 3). Nämähän ovat erityisesti Yhdysvalloissa kiisteltyjä teorioita.

New Yorkin opetussuunnitelmassa tähtitieteen opetuksen sisältö ja tavoitteet olivat hyvin tarkasti määritelty, mikä on ominaista lehrplan-tyyppiselle opetuksen suunnittelulle. Opetussuunnitelmasta löytyi myös kohtia, joiden tavoitteena oli oppilaan oman ajattelun ja ymmärryksen kasvattaminen. Tältä osin opetussuunnitelmaa voidaan pitää curriculum-tyyppisenä.

5.7 Yhteenveto opetussuunnitelmista

Opetussuunnitelmia voidaan vertailla tarkastelemalla opettajan liikkumavaraa opetuksen tavoitteiden ja sisällön suunnittelussa sekä toteutuksessa. Tarkastelluista opetussuunnitelmista Englannin opetussuunnitelma oli kaikista suppein niin opetuksen sisällön kuin tavoitteiden määrittelyjen osalta. Ainoat maininnat tähtitieteestä olivat opetussuunnitelman tiedeosiossa. Opetussuunnitelma jätti koulukohtaisille opetussuunnitelmille erittäin paljon liikkumavaraa.

Jos Englannissa opettajan liikkumavara opetuksen sisällön ja tavoitteiden määrittämisen osalta oli suuri, niin toista ääripäätä edusti Yhdysvaltojen opetussuunnitelma yksityiskohtaisine sisältöineen ja tavoitteineen. Kanadan, Australian sekä Uuden Seelannin opetussuunnitelmat sijoituivat Englannin ja Yhdysvaltojen väliin, eli opetuksen sisällön ja tavoitteiden osalta opettajalle jätettiin liikkumavaraa. Opettajan liikkumavaran osalta Suomen opetussuunnitelma oli lähempänä Englannin opetussuunnitelmaa kuin edellä mainitut kolme maata.

Opetussuunnitelmia tarkasteltiin myös sen mukaan, minkä tieteenalan tai oppiaineen yhteydessä tähtitieteen opetus oli mainittu. Kanadan ja Yhdysvaltojen opetussuunnitelmissa tähtitieteen opetus määriteltiin luonnontieteissä. Vastaavasti Uuden Seelannin ja Australian opetussuunnitelmissa tähtitiede oli määritelty maantieteen yhteydessä. Suomessa tähtitiede oli vahvasti osa fysiikan opetusta. Australian ja Uuden Seelannin ratkaisu on toimiva, jos tavoitteena oli vaikuttaa oppilaan maailmankuvaan. Suomen ratkaisu integroida tähtitiede fysiikan opetukseen korosti enemmän tähtitieteen tiedollista ymmärtämistä. Australian ja Uuden Seelannin ratkaisut opetussuunnitelman rakenteen osalta olivat oppilaan maailmankuvaan vaikuttamisen kannalta lähempänä ESan tiedottaja Lakdawallan näkemyksiä kuin Suomen opetussuunnitelma (Hotakainen, 2011).

Opetussuunnitelmia tarkasteltiin myös oppimistavoitteiden osalta. Australian opetussuunnitelman vahvuutena oli oppimistavoitteiden muotoilu niin, että eri oppiaineiden integraatio tuli selkeästi ilmi. Esimerkiksi tieteellisiä havaintoja tuli käsitellä matemaattisin välinein ja niistä tuli kyetä keskustelemaan sekä raportoimaan käyttäen eri tekstilajeja. Opetussuunnitelmassa korostettiin lisäksi opettajan autonomiaa; opetussuunnitelmassa kuvattiin oppimistavoitteet, ja opettajalla oli vapaus päättää keinoista näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Nämä piirteet olivat olemassa myös Suomen vuonna 2004 julkaistussa opetussuunnitelmassa, joten voi olla, että Suomen opetussuunnitelmatyö on vaikuttanut Australian opetussuunnitelman muotoutumiseen nykyisenkaltaiseksi.

Vertailumaiden opetussuunnitelmia vertailtiin myös sillä perusteella, mitkä olivat opetussuunnitelmien tavoitteet tähtitieteen opetuksen osalta. Australia ja Uusi Seelanti edustivat ihmisen maailmankuvaan vaikuttavaa tähtitieteen opetusta, jossa tiedollisen aineiston käsittelyn tavoitteena oli ajattelun kehittäminen. Samankaltainen opetuksellinen tavoite oli havaittavissa myös Kanadan opetussuunnitelmasta. Yhdysvaltojen opetussuunnitelmassa painottui tietoaaines ja opetuksen tavoitteena oli tosiasioiden omaksuminen. Toisaalta opettaja pystyi tarvittaessa jatkamaan asian käsittelyä ja avaamaan opitun tietoaineksen merkitystä. Tällöin opetuksen lopputuloksena päästiin Uuden Seelannin ja Australian lähtökohtana olevaan maailmankuvan muotoutumiseen. Suomi sijoittui tässä tarkastelussa keskivaiheille, sillä opetussuunnitelma

sisälsi vain vähän tietoaainesta. Suomen opetussuunnitelman yhteys asiasisällöllä oli fysiikkaan.

Opetussuunnitelmia vertailtiin myös opetuksen sisällön suhteen. Selvästi tarkin ja laajin tähtitieteen opetuksen sisällön kuvaus löytyi Yhdysvalloista. Myös Australian ja Uuden Seelannin opetussuunnitelmissa opetuksen sisällön kuvaukset olivat Suomen opetussuunnitelman kuvasta laajempia. Kanadan opetussuunnitelmassa mainittiin pääosin samat tähtitieteen käsitteet ja ilmiöt kuin Suomen opetussuunnitelmassa. Kanadan tähtitieteen opetussuunnitelmaa väritti vahva teknologinen painotus, sillä opetuksen sisällössä tähtitieteen tutkimukseen liittyvän teknologian opettaminen oli merkittävässä roolissa. Kanadan opetussuunnitelman ihanteena oli oppilas, joka ymmärtää niin maailmankaikkeuden moniulotteisuutta kuin sen tutkimuksessa käytettävien teknologioiden kehittymistä ja siitä seurannutta muutosta tietämyksessämme maailmankaikkeudesta. Opetussuunnitelmassa korostui tähtitieteen tutkimuksen merkitys myös tulevaisuudessa. Tätä kuvasi parhaiten yläkoulun opetussuunnitelman tähtitieteen opetuksen nimi, avaruustutkimus. Se viittasi vahvasti siihen, että tähtitieteen opetuksen tavoitteena oli siirtää opetuksen painopiste maapallon pinnalta tehtävien havaintojen sijaan avaruuden monimuotoiseen ja -ulotteiseen tutkimiseen. Suomen ja muiden maiden opetussuunnitelmissa ei avaruuden tutkimista nostettu yhtä selkeästi esille.

Opetussuunnitelmien tarkastelun pohjalta voidaan todeta, että kaikissa muissa maissa paitsi Englannissa, tähtitieteen opetus oli niin tavoitteeltaan kuin sisällöltään Suomen tähtitieteen opetusta laajempaa. Tähtitieteen opetusta Suomessa voi kuvata maapallolla tapahtuvien ja maapallolta havaittavien ilmiöiden opettamisena, kun muissa tarkastelluissa maissa opetus meni tätä selvästi syvemmälle. Tämän tarkastelun pohjalta laadittiin väljä kokeellinen opetussuunnitelma, joka sisältää keskeisimmät tähtitieteen yhteydessä opetettavat asiasisällöt vertailumaissa.

6 KOKEELLINEN OPETUSSUUNNITELMA

Opetuskokeilua varten laadittiin tähtitieteen kokeellinen opetussuunnitelma (KOPS), joka perustui Suomen, Englannin, Yhdysvaltojen, Kanadan, Australian Uuden Seelannin tieteen ja erityisesti tähtitieteen opetussuunnitelmiin. Opetussuunnitelman muodostamisen ensimmäisessä vaiheessa määritettiin opetukselliset päätavoitteet. Päätavoitteiden mukaan:

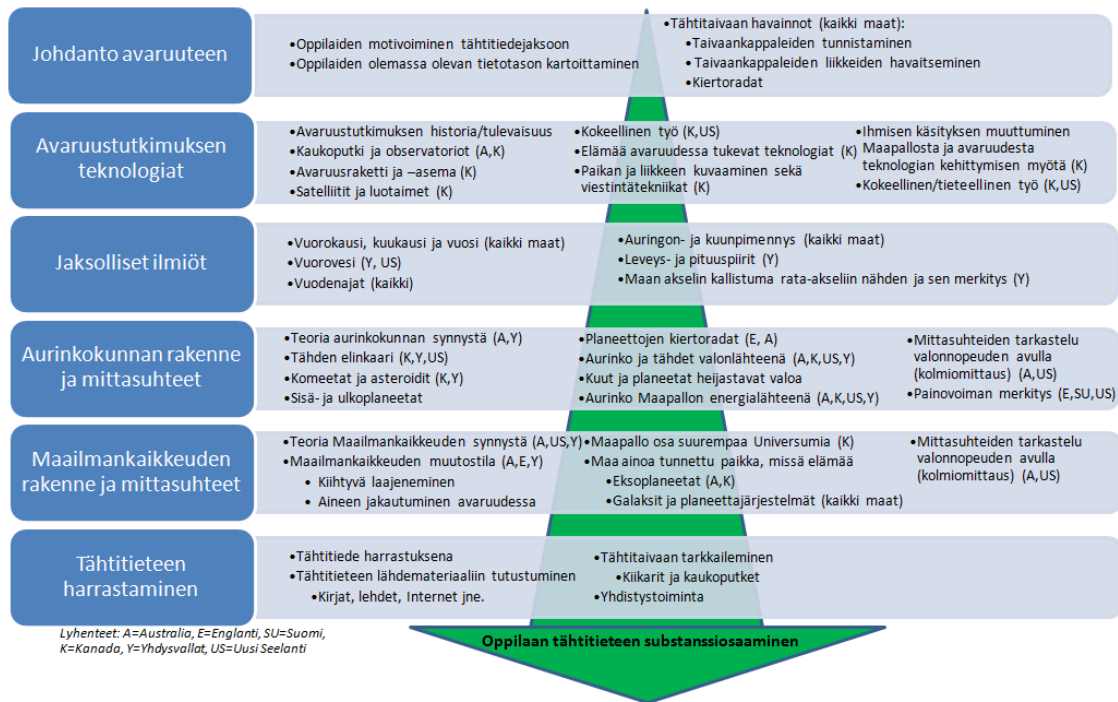
oppilaan tuli ymmärtää tieteellisen tutkimustyön periaatteet ja tutustua tutkimuksen eri vaiheisiin tutkimusprojektin muodossa.

oppilaan tuli tiedostaa tieteen ja teknologian kytkeytyvän toisiinsa.

oppilaan tuli harjoittaa oppimisen itsesäätelyn taitoja. Tämä sisälsi oppimistavoitteiden asettamista, niiden mukaan toimimista sekä oppimistavoitteiden päivittämistä.

oppilaan laajensivat tietämystään ja käsitystään niin Aurinkokunnan kuin maailman-kaikkeuden rakenteesta ja ymmärsivät näiden olevan hitaassa muutostilassa.

Päätavoitteista seurasi, että opetusjakso toteutettiin tutkimusprojektin muodossa. Tutkimusprojektiin kuului teknologiaosio, jossa hyödynnettiin opittua tietoa kokeellisen tutkimuksen suorittamisessa. Tutkimusprojektin tavoitteena oli mahdollistaa oppilaan tieteellisen ajattelun kehittyminen. Kokeellinen opetussuunnitelma muotoiltiin tarkoituksellisen väljäksi jättäen tilaa oppilaiden osallistumiselle toteutuneen opetussuunnitelman muotoiluun ja oppimisen itsesäätelytaitojen kehittämiseen (Perry et al., 2007). Väljä muotoilu onnistui nimeämällä kokeelliseen opetussuunnitelmaan kuusi opetettavaa teemaa, joiden sisältö tarkentuisi opetuskokeilun aikana. Kokeellinen opetussuunnitelma on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Kaavio tähtitieteen kokeellisesta opetussuunnitelmasta (KOPS).

KOPS rakentui kuuden teeman ympärille, jotka ovat kuvion 1 vasemmassa reunassa. Kunkin teeman osalta mahdollisia opetettavia asioita on kerätty kuvion oikeaan reunaan. Opetuksen tarkempi sisältö oli tarkoitus tarkentaa oppilaiden antaman palautteen perusteella opetuskokeilun aikana. KOPSin kantavana ajatuksena oli opetuksen eteneminen yksinkertaisesta näkökulmasta kohti laajempaa näkemystä maailmankaikkeudesta. Tavoitteena oli, että jakson lopussa uusien tietojen ja laajentuneiden käsitysten avulla oppilas ymmärtää maapallon olevan osa suurempaa universumia.

KOPSin ensimmäisen osion teemana oli *Johdanto tähtitieteeseen*. Kyseisen osion tärkeimpänä tehtävänä oli kuvata oppilaalle jakson teemat ja näin mahdollistaa oppilaan omien oppimistavoitteiden asettaminen. Lisäksi tavoitteena oli motivoida oppilas tähtitieteen opetusjaksoon sekä kartoittaa oppilaan aikaisemmat tiedot tähtitieteestä.

Toisena teemana oli *Avaruustutkimuksen teknologiat*. Kyseisen osion tavoitteena oli tutustuttaa oppilaat avaruustutkimuksen historiaan ja tulevaisuuden näkyymiin sekä avaruustutkimuksen eri teknologioihin. Tekniikkaan ja teknologiaan tutustumisen lisäksi osion tavoitteena oli

saada oppilas ymmärtämään kuinka lyhyen aikaa avaruusteknologiaa, kuten avaruusaluksia ja luotaimia, on käytetty avaruuden tutkimiseen ja kuinka pientä osaa avaruudesta ihminen on tutkinut. Avaruustutkimuksen teknologioiden ottaminen osaksi tähtitieteen opetusta perustui Kanadan opetussuunnitelmaan, joka painotti voimakkaasti avaruustutkimuksen osuutta tähtitieteen opetuksessa.

Kolmannen osion teeman nimi oli *Jaksolliset ilmiöt*. Tavoitteena oli perehdyttää oppilas havaitsemiinsa ja tuntemiinsa jaksollisiin ilmiöihin ja niiden taustalla vaikuttaviin eri tekijöihin. Osion asiasisältöön kuului tietyllä tapaa tähtitieteen perusasiat ja –käsitteet, ja kyseiset sisällöt kuuluvatkin kaikkien vertailumaiden opetussuunnitelmiin.

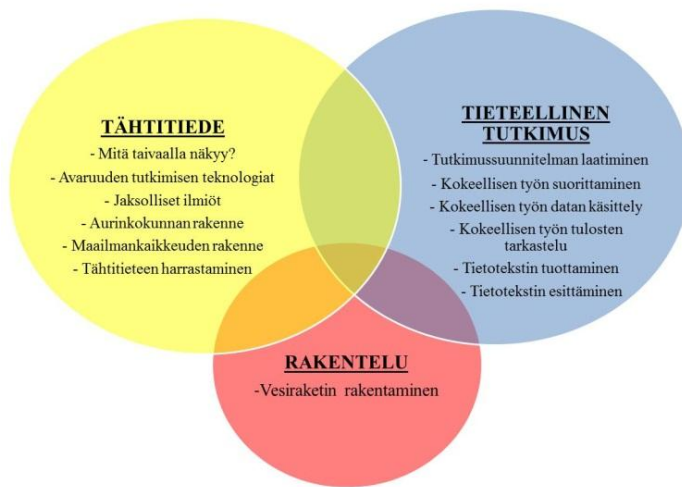
Neljäntenä teemana oli *Aurinkokunnan rakenne ja mittasuhteet*. Opetuksen tavoitteena oli laajentaa oppilaan tiedollista ymmärrystä tähtitieteen osalta, sekä oppilaan maailmankuvan kehittäminen. Tiedollista osaamista laajennettiin Aurinkokunnan rakenteen ja mittasuhteiden tarkastelun avulla. Oppilaan maailmankuvaan oli tarkoitus vaikuttaa tarkastelemalla elämän mahdollisuutta muualla avaruudessa. Osion rakentaminen pohjautui suurelta osin Australian, Kanadan, Uuden Seelannin sekä Yhdysvaltojen opetussuunnitelmiin.

Maailmankaikkeuden rakenne ja mittasuhteet oli viidennen teeman nimi. Kyseisen osion tavoitteena oli viedä niin asioiden ja käsitteiden kuin oppilaan maailmankuvan tarkastelu yhä etäämmälle maapallosta. Olemassa olevien asioiden tarkastelun lisäksi osion tavoitteena oli syventää avaruuden tarkastelua myös maailmankaikkeutta koskeviin teorioihin. Keskeisin mukaan otettu maailmankaikkeutta koskeva teoria oli tieteellinen teoria maailmankaikkeuden synnystä.

Viimeisen osion teemana oli *Tähtitieteen harrastaminen*. Osion tavoitteena oli toimia pidetyn opetusjakson rentouttavana, ajatukset kokoavana lopetuksena tutustuttaen samalla oppilas tähtitieteen harrastamiseen. Tähtitieteen harrastamisesta ei ollut mainintaa vertailumaiden opetussuunnitelmissa, mutta sen mukaan ottamiseen kokeelliseen opetussuunnitelmaan vaikuttivat vahvasti Kanadan ja Australian opetussuunnitelmat. Näissä opetussuunnitelmissa tavoitteena oli saada oppilas kiinnostumaan niin avaruustutkimuksesta kuin maailmankuvansa laajentamisesta. Monen tutkijan tutkimusaiheen valinnan taustalla vaikuttaa oma harrastuneisuus. Jos

haluamme Suomen kuuluvan niihin maihin, joissa avaruustutkimusta tehdään tällöin, tällöin tähtitieteen harrastuksen esittelemisen puolustaa tällöin paikkaansa opetussuunnitelmassa.

Kokeellisen opetussuunnitelman pohjalta laadittiin kaavio opetusjakson eri aihepiirien sisällöistä ja näiden linkittymisestä toisiinsa. Tavoitteena oli hahmottaa opetuskokeilu sisällön välisiä yhteyksiä, ja tätä jäsennystä hyödynnettiin jakson ensimmäisellä tunnilla kuvattaessa opetuskokeilun sisältöä oppilaille. Laadittu kaavio on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Opetusjakson aihepiirit ja sisällöt.

Kuvion 2 mukaisesti opetusjakso jaettiin kolmeen eri aihepiiriin. Tähtitieteen kuului kaikki se substanssitieto, joka opetusjakson aikana ajateltiin liittyvän tähtitieteeseen. Vastaavasti tieteellisen tutkimuksen alle koottiin ne kokeellisen tutkimuksen työvaiheet, jotka oppilas suoritti opetusjakson aikana. Kolmanneksi aihepiiriksi ideoitin rakentelu, jonka aikana tarkoitus oli tuottaa kokeellisen tutkimuksen tarvitsemat koevälineet.

6.1 Tapaustutkimus Oulun normaalikoululla

Opetuskokeiluun osallistunut luokka kuului Oulun normaalikoulun Kirppa-soluun. Kyseisessä solussa oli opetuskokeilun aikaan menossa UBIKO-projekti, johon solun kaikki luokat osallistuivat. UBIKO-projektin tavoitteena oli tutkia koulusolua innostavana ja oppimista tukevana

pedagogisena tilana. Projektin johdosta Kirppa-solun luokkahuoneet ja yhteiset käytävätilat olivat remontoitu edeltävänä kesänä. Tämän lisäksi solussa olevien luokkien opetuksessa oli hyödynnettävissä uutta tekniikkaa, kuten älykkäitä videotykkejä ja oppilaiden käyttöön annettuja iPadeja. Uusien tilojen ja opetusvälineiden johdosta opetuskokeilun suorittaminen Kirppa-soluun kuuluvassa luokassa oli luonteva ja onnistunut ratkaisu.

Opetuskokeiluun osallistuneelle luokalle pidettiin tähtitiedejaksoon liittyen yhteensä 20 luku-järjestykseen merkittyä oppituntia. Tunnit perustuivat laadittuun KOPSiin ja oppilaspalautteen perusteella tehtyihin opetussisältöjen valintoihin ja lisäyksiin. Opetuskokeiluun käytettiin todellisuudessa hieman enemmän aikaa, sillä opetukseen käytettiin myös joitakin välitunteja ja opetuskokeiluun kuuluneen tieteellisen tutkimisen kokeita suoritettiin osittain myös koulupäivän jälkeen.

Toisen opettajan pitäessä oppituntia toinen suoritti oppitunnin litteroinnin. Litteroinnin osalta oppitunnin aikana tarkkailtavana oli niin koko luokka yleisesti kuin tehostetusti kolme oppilasta. Oppilaiden valitseminen tehostettuun tarkkailuun suoritettiin maisterivaiheen koulutyöskentelyn ensimmäisellä viikolla, eli ennen varsinaisen opetuskokeilun alkamista. Tehostettuun tarkkailuun valituista oppilaista kaksi oli poikia ja yksi tyttö.

Ohessa on esitetty oppituntien tapahtumat perustuen opetuksesta tehtyihin havaintoihin ja muistiinpanoihin. Oppilaiden antama palaute opetuksesta on käsitelty omassa luvussa.

6.2 Tutkimusongelmat

Tässä tutkimuksessa luotiin eri maiden opetussuunnitelmiin perustuen kokeellinen tähtitieteen opetussuunnitelma, joka toteutettiin opetuskokeiluna Oulun Normaalikoulun viidennellä luokalla talvena 2013. Tavoitteena oli muotoilla pedagogisesti toimiva tähtitieteen opetussuunnitelma, joka Perryn muotoileman viitekehyksen mukaan mahdollistaa oppilaan oppimisen itsesäätelytaitojen kehittymisen (2007). Keskeinen tutkimuskysymys oli:

Mitä on oppimisen itsesäätelyn tukeminen tähtitieteen opetuksessa?

Tämä ongelma pilkottiin pienemmiksi osiksi. Osat on esitetty alla, ja numerointi viittaa tutkimuksen pohdintaosan otsikointiin:

10.1 Miten oppimisen itsesäätelyn tukeminen otetaan huomioon opetusjakson suunnittelussa ja toteutuksessa?

10.2 Kuinka oppilaiden oppimistavoitteet otetaan huomioon opetuksen suuntaamisessa jakson aikana?

10.3 Miten oppimismotivaatiota ja oppimistavoitteen asettamista voidaan tukea opiskelun alussa?

10.4 Miten oppimistavoitteen arviointia, tarkentamista ja uuden oppimistavoitteen muotoilua voidaan tukea opiskelun aikana?

10.5 Miten opetussisällöt organisoidaan merkitykselliseksi kokonaisuudeksi? Kuinka oppimisen itsesäättely ilmenee oppilaan toiminnassa?

7 OPPITUNTIEN KUVAUS

Ohessa on esitetty oppituntien tapahtumat perustuen opetuksesta tehtyihin havaintoihin ja muistiinpanoihin. Oppilaiden antama palaute opetuksesta on käsitelty omassa luvussa. Ensimmäisen opetuskerran aiheena oli johdatus tähtitieteeseen. Tunnin aiheen mukaisesti opetuskerran tavoitteena oli johdatella oppilaat tähtitiedejakson teemaan, mahdollistaa tämän johdannon kautta omien oppimistavoitteiden muotoilu ja saada näin oppilaat motivoitumaan tulevasta tähtitieteen opetuksesta. Opetuskerran tavoitteena oli myös oppilaiden aikaisempien tietojen kartoittaminen tähtitieteeseen liittyen. Kartoittaminen suoritettiin käsitekarttojen laatimisen avulla, jonka oppilaat suorittivat pareittain. Ensimmäisen opetuskerran opetusmenetelmänä käytettiin opettajajohtoista kerrontaa ja kyselyä sekä itsenäistä ja parityöskentelyä. Opetusvälineinä opetuskerralla käytettiin videotykkiä sekä iPadin Stellarium- ja Popplet-ohjelmia.

Oppitunti lähti liikkeelle laaditun tuntisuunnitelman mukaisesti, eli oppilaiden jakamisella työpareihin. Työparien muodostamisen jälkeen kukin pareista haki yhden iPadin käyttöönsä, sillä vuorossa oli varsinainen virittyminen tulevaan tähtitiedejakson opetukseen. Oppilaiden virittyminen jakson teemaan tapahtui tarkastelemalla opettajajohtoisesti tähtitaivasta. Tähtitaivaan tarkastelu suoritettiin iPadin Stellarium-ohjelmalla. Opettaja esitteli tähtitaivasta ohjelman avulla heijastaen ohjelman näkymän Apple TV:n ja videotykin avulla taululle. Suoritetussa tähtitaivaan tarkastelussa opettaja esitteli noin 5 minuutin esityksen aikana näkymää taivaalta niin aamulla kuin yöllä. Esityksen aikana opettaja esitti ainoastaan johdattelevia kysymyksiä ja oppilaiden tehtävänä miettiä mitä tuttuja kohteita ja ilmiöitä he taivaalla tarkastelun aikana havaitsivat.

Tähtitaivaan tarkastelun jälkeen kerrattiin opettajajohtoisesti käsitekartan määritelmä. Käsitekartan läpikäymisen jälkeen oppilaat saivat tehtäväksi laatia pareittain iPadin Popplet-ohjelman avulla käsitekartan tähtitieteestä. Käsitekarttaan oppilaiden tuli kirjata pareittain niitä käsitteitä, asioita ja ilmiöitä, joiden tiesivät liittyvän tähtitieteeseen. Käsitekartan laatimisen taustalla oli oppilaiden aikaisempien tietojen kartoittaminen tähtitieteen osalta.

Käsitekartan laatimisen jälkeen suoritettiin opettajajohtoinen keskustelu tunnin alussa suoritetusta tähtitaivaan tarkastelusta. Kukin oppilas sai kertoa niin omista havainnoistaan kuin laatimastaan käsitekartasta. Lopuksi opettaja kertasi lyhyesti tulevan tähtitiedejakson sisällön, minkä jälkeen oppilaat lisäsivät pareittain laatimaansa käsitekarttaan oppimistavoitteensa tähtitiedejakson osalta.

7.1 Avaruuden tutkimisen teknologiat

Toisen opetuskerran aiheena olivat avaruuden tutkimisen teknologiat. Tunnin opetuksen tavoitteena oli, että opetuskerran jälkeen oppilas tietää avaruuden tutkimuksen eri teknologioita sekä ymmärtää raketin toimintaperiaatteen. Tavoitteena oli myös, että oppilas pohtii niin avaruustutkimuksen ja –matkailun haasteita kuin niiden tulevaisuuden näkymiä. Ensimmäisen opetuskerran tapaan opetusmenetelminä käytettiin opettajajohtoista kertovaa ja kyselevää opetusta sekä itsenäistä työskentelyä. Opetusvälineinä käytettiin videotykkiä, taulua, DVD:tä sekä opettajan laatimaa esitelmää avaruusteknologioista.

Oppitunnin alussa opettaja tiedusteli oppilaiden mielipiteitä aloitetusta tähtitiedeprojektista, joka oli esitelty oppilaille ensimmäisen kerran edellisellä oppitunnilla. Oppilaat kertoivat pitävänsä tähtitiedeprojektia mielenkiintoisena ja odottavansa vesirakettien rakentamista ja ampumista.

Oppilaiden mielipiteiden läpikäymisen jälkeen siirryttiin varsinaiseen tunnin aiheeseen, eli avaruuden tutkimisen teknologioihin. Tutustuminen aloitettiin tarkastelemalla teknologian kehittymistä katsomalla ”Olipa kerran planeetta Maa” nimiseltä DVD:ltä aiheeseen liittyvä teknologiaosio. Katselun jälkeen suoritettiin opettajajohtoinen keskustelu kehityksestä. Keskustelun aikana oppilaat mainitsivat avaruustutkimuksen kuuluisimmat virstanpylväät, kuten Juri Gagarinin suorittaman ensimmäisen avaruuslennon sekä Neil Armstrongin suorittaman ensimmäisen kuukävelyn.

Keskustelun jälkeen syvennyttiin tarkemmin tämän päivän avaruustutkimuksen teknologioihin opettajajohtoisen opetuksen ja keskustelun avulla. Opettajajohtoisen opetuksen aikana tarkas-

teltiin Maan pinnalla ja kiertoradalla olevia avaruustutkimuksen teknologioita, kuten observatorioita, satelliitteja ja luotaimia.

Avaruustutkimuksen teknologiaan perehtymisen jälkeen syvennyttiin tarkastelemaan raketin toimintaa. Raketin toimintaan tutustuttiin ”Olipa kerran planeetta Maa” DVD:ltä valitun osion avulla. Videon jälkeen raketin toimintaa tarkasteltiin opettajajohtaisen opetuksen ja keskustelun avulla. Opettajajohtaisen opetuksen aikana perehdyttiin raketin osiin, raketin toimintaperiaatteeseen sekä voiman ja vastavoiman lakiin.

Tunnin lopussa oppilaat saivat esittää myös näkemyksiään siitä, miten he uskovat avaruustutkimuksen teknologioiden kehittyvän tulevaisuudessa. Opetuskerta oli onnistunut, sillä tunnin aikana saavutettiin tuntisuunnitelmassa esitetyt tavoitteet sekä käsiteltiin tuntisuunnitelmassa esitetyt aiheet.

7.2 Jaksolliset ilmiöt

Kolmannen opetuskerran aiheena olivat jaksolliset ilmiöt. Opetuskerran tavoitteena oli, että oppilaat sisäistävät jaksollisuuden käsitteen ja tietävät tunnetuimmat jaksolliset ilmiöt. Tavoitteena oli myös, että oppilaat tietävät ja ymmärtävät ne tekijät, jotka vaikuttavat jaksollisten ilmiöiden syntyyn. Näitä tekijöitä ovat muun muassa Maan pyöriminen akselinsa ympäri sekä Maan kierto Auringon ympäri sekä Kuun kierto Maan ympäri. Opetustapana käytettiin opettajajohtoista keskustelua, havainnollistamista sekä itsenäistä työskentelyä. Opetusvälineinä olivat taulu, käsitelaput, maapallo, telluurio sekä fysiikan ja kemian oppikirja.

Opetuskerta lähti liikkeelle opettajajohtoisella jaksollisuuden käsitteen määrittelyllä. Jaksollisuuden käsitteen määrittelyn jälkeen oppilaat saivat kertoa mitä jaksollisia ilmiöitä he tunsivat. Tunnilla tarkasteltiin lähemmin kolmea jaksollista ilmiötä. Käsiteltävät jaksolliset ilmiöt olivat vuorokausi, vuodenajat sekä Kuun vaiheet. Tarkastelussa hyödynnettiin taululle kiinnitettyjä käsitelappuja, joista kukin liittyi johonkin tunnilla läpikäytävään jaksolliseen ilmiöön. Jaksollisen ilmiön käsittely aloitettiin sillä, että opettaja kiinnitti taululle kolme lappua, joihin oli kirjoitettu yhden edellä mainitun jaksollisen ilmiön nimi. Tämän jälkeen oppilaat saivat käydä

vuorotellen siirtämässä yhden käsitelapun kerrallaan sen jaksollisen ilmiön alle, johon ilmiöön oppilas uskoi käsitelapun liittyvän. Jaksollisten ilmiöihin syventyminen aloitettiin Kuun vaiheiden ja siihen liittyvien käsitteiden tarkastelulla. Seuraavaksi käytiin läpi vuorokauden vaihtelu ja siihen liittyvät käsitteet ja ilmiöt. Viimeisenä jaksollisena ilmiönä tarkasteltiin vuoden-aikoihin liittyviä käsitteitä ja ilmiöitä. Käsitelappujen käyttäminen edellä mainittujen jaksollisten ilmiöiden tarkastelussa auttoi oppilaita jäsentämään eri jaksollisiin ilmiöihin liittyviä termejä ja käsitteitä.

Käsitteiden ja ilmiöiden läpikäymisen jälkeen oppilaat syventyivät opettajajohtoisen esityksen avulla edellä mainittujen jaksollisten ilmiöiden syntymekanismeihin. Jaksollisten ilmiöiden havainnollistamisessa opettaja hyödynsi telluuriota. Opettaja havainnollisti telluurion avulla edellä mainittujen jaksollisten ilmiöiden lisäksi myös kuun- kuin auringonpimennyksen syntymekanismit.

Opetuskerran aikana ehdittiin käydä läpi kaikki asiat, jotka tuntisuunnitelmassa oli esitetty. Tältä osin saavutettiin opetuskerralle asetetut sisällölliset tavoitteet. Toisaalta tunnin aikana käytiin läpi useampi eri jaksollinen ilmiö, jonka johdosta oppilaat eivät ehtineet miettiä ja pohdita esitettyjä jaksollisia ilmiöitä toivotulla tavalla. Tämän vuoksi tähtitiedejakson suunnitteluvaiheessa aihepiiriin käsittelyyn olisi pitänyt varata aikaa kaksi tuntia yhden tunnin sijaan.

7.3 Vesiraketin rakentaminen

Teknisen työn kaksoistunnilla opettajan tavoitteena oli teettää vähintään kahdeksan toimivaa vesirakettia, jotta varsinaisten kokeiden teko olisi mahdollista. Oppimista tukisi se, että tutkimushypoteesi, tutkimusväline ja sitä kautta tutkimustulokset olisivat kaikki lasten itsensä tekemiä. Lasten oppimistavoitteena oli tutustua muoviin rakennusmateriaalina ja rakentaa omat vesiraketit.

Tunti alkoi tutustumisella valmiin vesiraketin rakenteeseen. Oppilaat olivat kaaressa opettajan pöydän ympärillä, ja vesirakettimallit kiersivät lasten kädestä käteen. Samalla oppilaat miettivät raketin evien, nokkakartion ja nokkakartion sisällä olevan painon merkitystä. Keskustelussa lapset osasivat selittää evien ja nokkakartion merkityksen aerodynamiikan kautta, mutta

painopisteen sijainnin vaikusta raketin lentovakauteen lapset eivät oma-aloitteisesti ymmärtäneet. Asian opettamiseen käytettiin vertausta tikkataulun tikan lentämiseen painopiste edellä, ja asiaa kokeiltiin myöhemmin myös luokassa kokeilemalla erilaisten esineiden heittämistä. Silti painopisteen vaikutus raketin lentoon oli lapselle vaikeammin käsitettävä asia kuin aerodynamiikan vaikutus.

Toisessa vaiheessa oppituntia opettaja näytti, kuinka materiaalina käytettyjä 1,5 litran juomapulloja voi leikata saksilla turvallisesti. Lisäksi evien mitoitus paikoilleen 1/3 kierroksen välein pullon kylkeen näytettiin käyttäen apuna paperia tai teippiä, ja lopuksi opettaja näytti tavan koota nokkakartio. Näyttöä tuli liikaa suhteessa oppilaan vastaanottokykyyn, ja tämän ongelman voi välttää tekemällä näytöt kahdessa osassa. Ensimmäinen osa sisältää evien toteutuksen ja toinen osa nokkakartion rakentamisen. Vielä parempi tapa on käyttää rakentamiseen yksi tunti enemmän aikaa ja suorittaa raketin rakenteen ideointi ongelmanratkaisuna.

Itsenäisen työskentelyn vaiheessa oppilaat rakensivat omia vesiraketteja. Työvälineinä olivat sakset, mattoveitsi ja pala vaneria. Vain yksi oppilais sai työn valmiiksi kaksoistunnin aikana, joten toinen opetuskerta jouduttiin lisäämään jaksosuunnitelmaan. Tämän ylimääräisen petuskerran tavoitteet, opetustavat sekä opetusvälineet olivat samat kuin edellisellä vesiraketin rakentamisen ja testauksen tunnilla.

Opetuskerran aluksi opettaja kertasi raketin painopisteen ja lento-ominaisuuksien välistä yhteyttä. Ensimmäisen tunnin aikana raketit valmistuivat kahta lukuun ottamatta, jotka opettaja joutui saattamaan valmiiksi välitunnin aikana. Jälkimmäisellä tunnilla tehtiin koelaukaukset, joilla selvitettiin raketin lento-ominaisuudet. Raketin tuli lentää vakaasti, jotta sillä voi tehdä lentoajan keston mittaukseen perustuvia kokeita.

Vesirakettien laukaisut suoritettiin koulun urheilukentällä. Kaikilla oppilailla oli kypärät päässä ja he olivat kaaressa noin 10 metrin päässä laukaisupaikasta. Raketin tekijä sai tehdä laukaisun. Opettaja kirjasi lento-ominaisuuksiltaan vakaat vesiraketit muistilistalle. Koelaukaisujen jälkeen todettiin, että vakaasti lentäviä raketteja oli neljä kappaletta. Vakaasti lentävien raketien vähäinen määrä tarkoitti sitä, että opettaja rakensi ylimääräisiä vesiraketteja varsinaisten kokeiden suorittamista varten.

Laukaisujen jälkeen kokoonnuttiin takaisin luokan keskustelemaan rakettien lentämisestä. Opettaja kysyi raketin lentoon vaikuttavia tekijöitä, ja jakoi tämän jälkeen lentoradat kolmeen ryhmään; vakaasti lentävät raketit, heti lähdön jälkeen heittelehtivät raketit ja lennon loppuvaiheessa kyljelleen kääntyvät raketit. Oppilaat ehdottivat opettajan tukemana raketin rakenteesta johtuvia syitä tällaiseen käytökseen (aerodynamiikka, painopiste). Lisäksi lapset ehdottivat ulkoisia syitä, kuten (tuuli).

Luokan työskentelyssä näkyi suoritusmotivaatio. Oppilaiden motivaatiota nosti ilmeisesti tulossa oleva rakettien laukaisu, minkä he kokivat olevan palkinto tehdystä työstä. Suoritusmotivaatiosta huolimatta luokan yleistaso tuottavuuden osalta tällaisessa puuhastelussa oli matala, sillä toiminnassa tuntui olevan ”käsijarru päällä”. Oppilaat halusivat rakentaa ja iloitsivat tehtävästä, mutta työ eteni silti hitaasti. Kohdeluokalla rakenteluvaihe kesti 3x45min, kun esimerkiksi partiassa samanlaiseen rakentelutyöhön kului yhdeksän 3 – 5 luokan oppilaan kanssa aikaa 45 minuuttia.

Yksi hidastava tekijä työn teossa oli kykenemättömyys pyytää ja antaa kaveriapua. Ongelmatilanteessa oppilas halusi vastauksen opettajalta tai oli paikallaan tekemättä mitään. Tehokkaampi tapa toimia olisi katsoa luokan toimintaa ja eri työtapoja, ja ottaa itselle käyttöön hyviä ratkaisuja. Omassa luokassa vertaisavun käyttö toimi hyvin, mutta teknisen työn tunnilla tämä ei onnistunut.

7.4 Oppimistavoitteet ja tutkimussuunnitelmat

Kuudennen opetuskerran aiheena oli tutkimussuunnitelman laatiminen. Opetuskerran aihe linkittyi vahvasti aiemmin esitettyihin opetusjakson yleistavoitteisiin. Tämän johdosta opetuskerran sisällöllä oli vahva merkitys oppilaiden käsityksen rakentumiseen tieteellisen tutkimuksen luonteesta, rakenteesta sekä toteutuksesta. Opetuskerran tavoitteena oli, että oppilaat tutustuvat tieteelliseen tutkimukseen. Tavoitteena oli myös, että oppilaat tarkastelevat kriittisesti tähtitiedejaksole aiemmin asettamiaan oppimistavoitteita, ja tarvittaessa joko asettavat uusia oppimistavoitteita tai päivittävät vanhoja tavoitteitaan. Opetuskerran opetustapana oli opettaja-johtoinen esitys ja keskustelu. Opetusvälineinä opetuskerralla käytettiin taulua sekä ja iPadin Popplet-ohjelmaa.

Opetuskerran alussa tunnin pitäjä johdatteli oppilaat tieteelliseen tutkimukseen kertomalla omasta tutkimustyöstään. Esimerkkinä käytettiin uuden proteiinin löytymistä ihmisestä. Oleellinen kysymys oli, mitä tämä proteiini tekee. Kysymykseen ei ollut olemassa vastausta, minkä yksi oppilaista totesi ääneen. Tästä päästiin tarpeeseen pilkkoa kysymys pienemmiksi osakysymyksiksi, ja hakea näihin osiin vastauksia tekemällä kokeita. Esimerkkitapauksessa proteiini liitettiin DNA:n korjaukseen ja ylläpitoon. Tutkimusesimerkin avulla opettaja esitteli myös tutkimushypoteesin käsitteen ja tutkimushypoteesin merkityksen tutkimustyössä.

Tieteellisen tutkimustyön esittelyn jälkeen siirryttiin tarkastelemaan oppilaiden tulevaa tutkimustehtävää, jonka toteuttamisessa hyödynnettäisiin rakennettuja vesiraketteja. Tarkastelun aluksi oppilaat saivat tehtäväksi keskustella pareittain siitä, mitkä heidän mielestään olivat vesiraketin lentoon vaikuttavia muuttujia. Oppilaiden ehdottamat muuttujat käytiin läpi opettajajohtoisen keskustelun avulla. Keskustelun pohjalta taululle kirjattiin ne muuttujat, joiden yleisesti uskottiin vaikuttavan raketin lentoon.

Keskustelun jälkeen oppilaat saivat tutkimuspareittain valita taululle kirjatuihin muuttujista sen, jota halusivat lähteä projektin kokeellisessa osiossa tutkimaan. Tutkittaviksi muuttujiksi valittiin lopulta neljä eri tekijää. Nämä olivat raketin veden määrä, raketin käyttöpaine, raketin muoto sekä raketin hyötykuorma. Koska tutkittavia muuttujia oli neljä kappaletta ja tutkijapareja kahdeksan paria, niin kutakin tutkittavaa muuttujaa kohden valikoitui kaksi tutkimusparia.

Tutkittavien muuttujien valitsemisen jälkeen tarkasteltiin sitä, kuinka edellä mainittuja muuttujia voitaisiin tutkia vesiraketeilla suoritettavien kokeiden avulla. Tieteellisen tutkimuksen toteutuksen suunnittelu aloitettiin tutkimusongelman, eli tutkimushypoteesin, laatimisella. Opettajajohtoisen keskustelun jälkeen tutkimushypoteesi muotoiltiin muotoon: ”Vaikuttaako tutkittava muuttuja vesiraketin lentoon ja jos vaikuttaa, niin kuinka?”.

Tutkimushypoteesin muotoutumisen jälkeen oppilaat laativat pareittain omat tutkimushypoteesinsa. Eli oppilaat kirjasivat olettamuksensa siitä, vaikuttaa heidän valitseman muuttujan vesiraketin lentoon ja jos vaikuttaa, niin millä tavalla. Tutkimushypoteesin laatimisen jälkeen tutkijaparit suorittivat vielä tähtitieteen oppimistavoitteidensa päivittämisen.

7.5 Aurinkokunnan rakenne

Opetuskerran aiheena oli Aurinkokunnan rakenne ja mittasuhteet. Substanssitudon osalta opetuskerran tavoitteena oli, että oppilaat tietävät opetuskerran jälkeen Aurinkokunnan rakenteen ja mittasuhteiden yleispiirteet. Tavoitteena oli myös, että oppilaat ymmärtävät tähden ja planeetan eron sekä energian merkityksen elämälle.

Opetuskerran keskeisenä tavoitteena oli oppilaiden maailmankuvan kehittäminen. Maailmankuvan kehittämisen taustalla oli tieto siitä, että Maa on ainoa paikka, jossa tiedetään olevan elämää, mutta tänä päivänä tunnetaan lukuisia eksoplaneettoja, joista osa sijaitsee niin kutsutulla elämän vyöhykkeellä. Opetustapana käytettiin opettajajohtoista opetusta, vuoropuhelua sekä ryhmätyöskentelyä. Opetusvälineinä käytettiin videotyppiä, iPadista löytyvää Aurinkokunnan mallia (Solar System), Apple TV:tä, taulua sekä kuvia Aurinkokunnasta.

Opetuskerta lähti liikkeelle kertaamalla opettajajohtoisen keskustelun avulla jaksollisia ilmiöitä. Kertauksen avulla haluttiin varmistaa se, että oppilaat olivat sisäistäneet jaksollisten ilmiöiden taustalla olevat tekijät ja ilmiöiden syntymekanismit.

Jaksollisten ilmiöiden kertausta varten oppilaista muodostettiin neljä ryhmää. Opettaja muodosti ryhmät niin, että samaan ryhmään kuuluivat tulevissa vesirakettkokeissa samaa muuttujaa tutkivat oppilasparit. Ryhmien muodostamisen jälkeen opettaja antoi oppilaille jaksollisten ilmiöiden pohdinta- ja selitystehtävän. Pohdintatehtävässä kukin ryhmä suoritti ryhmän sisäisen pohdiskelun opettajan aiheeksi antamasta jaksollisesta ilmiöstä ja sen syntymekanismista. Selitystehtävässä ryhmät kertoivat muulle luokalle pohdiskelun tuloksena syntyneen selityksen jaksollisen ilmiön syntymekanismista.

Ryhmien aiheet arvottiin opettajan johdolla. Aiheet olivat vuodenaikojen vaihtelu, vuorokauden vaihtelu, kuun vaiheet sekä kuun- ja auringonpimennykset. Ensimmäisen ryhmän osalta vuodenaikojen vaihtelun selittäminen ei onnistunut toivotulla tavalla. Oikean selityksen sijaan ryhmän jäsen kertoi kuukausista, jonka vuoksi opettaja joutuu korjaamaan selitystä. Kukaan ryhmän jäsenistä ei lopulta kyennyt selittämään vuodenaikojen vaihtelua oikein, joten opettaja pyysi muita oppilaita auttamaan ryhmää. Yksi oppilaista auttoi ryhmää kertomalla ilmiön johtuvan maan kallistuskulmasta. Toinen oppilas tarkensi selitystä hyödyntäen opettajan taululle

piirtämää havainnekuvaa auringosta ja maan akselin kallistumisesta ratatasoon nähden. Muiden oppilaiden avustuksesta huolimatta ryhmä ei kyennyt selittämään vuodenaikojen vaihtelua, joten se kerrattiin opettajajohtoisesti.

Seuraava ryhmä kykeni selittämään vuorokauden vaihtelun syyt ilman muiden oppilaiden tai opettajan apua. Myös kuun vaiheet aiheeksi saanut ryhmä osasi antaa oikean selityksen ilmiön syntymekanismille. Selityksen jälkeen opettaja esitti koko luokalle lisäkysymykseen siitä, onko Kuun kiertonopeus Maan ympäri vakio vai vaihtelee se. Kaikki oppilaat olivat sitä mieltä, että Kuun kiertonopeus ei ole vakio. Tämä näkemys korjattiin.

Seuraavaksi käsiteltiin auringonpimennystä. Aiheen saanut ryhmä kykeni selittämään auringonpimennyksen muulle luokalle täysin oikein. Kun opettaja esitti lisäkysymyksen siitä, miksi auringonpimennys ei ole joka kuukausi, ei kukaan luokan oppilaista kyennyt antamaan vastausta. Opettaja selvensi auringonpimennyksen harvinaisuuden demonstroinnin avulla. Auringonpimennyksen selittänyt ryhmä kykeni selittämään oikein myös kuunpimennyksen. Kun opettajan tiedusteli mikä edellä olevista selitettävistä jaksollisista ilmiöistä oli ollut vaikein, mainitsivat oppilaat vuodenaikojen vaihtelun. Tämän johdosta opettaja antoi oppilaille kotiläksyksi vuodenaikojen vaihtelun kertaamisen.

Ryhmätehtävän jälkeen käytiin opettajajohtoisen esityksen johdolla läpi Aurinkokuntaa. Aurinkokunnan havainnollistamiseen opettaja käytti iPadista löytyvää Solar System-ohjelmaa. Kyseisessä ohjelmassa on esitetty malli Aurinkokunnasta. Havainnollistamista varten opettaja heijasti Aurinkokunnan mallin Apple TV:n avulla taululle. Aurinkokunnan tarkastelun aluksi opettaja pyysi oppilaita nimeämään Aurinkokuntamme planeetat. Yksi luokan oppilaista osasi nimetä planeettojen nimet täysin oikein ja oikeassa järjestyksessä Auringosta lähtien.

Seuraavaksi käytiin läpi käsitteet ulko- ja sisäplaneetta. Opettaja selitti sisä- ja ulkoplaneettojen eron olevan siinä, että sisäplaneetat omaavat kivipinnan, kun vastaavasti ulkoplaneetat ovat muodostuneet kaasusta. Oppilaat eivät kyenneet vastaamaan opettajan kysymykseen siitä, miksi planeetat ovat jakautuneet sisä- ja ulkoplaneettoihin. Lopulta opettaja antoi vastauksen esittämäänsä kysymykseen.

Seuraavaksi tunnilla käsiteltiin opettajajohtoisesti valonnopeuden käsitettä. Valonnopeuden määrittelyn jälkeen tarkasteltiin eri planeettojen ja Kuun etäisyyksiä maahan nähden. Etäisyyksien tarkasteluun sovellettiin aikaa, joka valolla kuluu kulkemiseen eri planeetoilta ja kuusta maahan. Oppilaiden arviot valon kulkuajasta olivat hyvin epärealistiset. Tarkentavan kulkuaikojen antamisen selityksen jälkeen opettaja kykeni hyvin havainnollistamaan oppilaille Aurinkokunnan eri kohteiden etäisyyksiä maahan nähden.

Seuraavaksi tunnilla käsiteltiin planeettojen kiertoratoja. Planeettojen kiertoratojen läpikäyminen lisättiin tuntisuunnitelmaan, koska ne olivat Edmodo-alustalta kerätyn palautteen mukaan herättäneet oppilaiden mielenkiinnon opetusjakson ensimmäisellä opetuskerralla. Kyseisellä opetuskerralla opettaja oli esitellyt tähtitaivasta hyödyntäen iPadin Stellarium-ohjelmaa. Näkymän iPad-ohjelmasta opettaja heijasti taululle videotykin ja Apple TV:n avulla. Tähtitaivaan esittelyn aikana opettaja ei selittänyt tähtitaivaalla näkyviä kohteita ja ilmiöitä, vaan hän ainoastaan esitti oppilaille johdattelevia kysymyksiä. Oppilaat joutuivat pohdiskelemaan itsenäisesti sitä, mitä hänen tekemänsä havainnot olivat ja mistä ne mahdollisesti johtuivat. Esityksen aikana opettaja oli lisännyt tähtitaivaalle näkymään hetkeksi viivat, jotka näyttivät planeettojen kiertoradat.

Planeettojen kiertoratojen demonstroimiseen käytettiin iPadin Solar System-ohjelmaa. Opettaja huomautti oppilaille siitä, että ohjelmassa näkyvät planeetat ja kiertoradat eivät ole oikeassa mittasuhteessa. Kiertoratojen osalta pohdittiin opettajajohtoisesti sitä, miksi planeettojen kiertoradan kulmanopeus on sitä hitaampi, mitä etäämmällä planeetan kiertorata on Auringosta. Oppilaat eivät osanneet antaa vastausta kysymykseen, joten opettaja kertoi ilmiön syyksi painovoiman. Koska painovoiman mainitseminen ei selittänyt varsinaisesti ilmiötä, joutui opettaja selittämään mitä painovoima tarkoittaa ja kuinka se vaikuttaa. Painovoiman käsittäminen tuotti oppilaille selvästi hankaluuksia, joten tämän käsitteen opettamiseen tulee jatkossa valmistautua paremmin.

Opetuskerran aikana hyödynnettiin myös opetusta, jossa opettaja ei anna valmiita vastauksia vaan oppilaat itse joutuvat pohtimaan vastauksien ja esitettyjen väitteiden oikeellisuutta. Opettajajohtoisen keskustelun avulla jäsennettiin planeetan ja kuun eroa. Eräs oppilas ehdotti kuun eroavan planeetasta ilmakehän puuttumista kuulta. Kun opettaja esitti väitteen kumoavia esimerkkejä, kertoi toinen oppilas kuun kiertävän planeettaa ja planeetan aurinkoa. Tämän jäl-

keen opettaja tiedusteli muulta luokalta, että mitä mieltä he olivat oppilaan antamasta vastauksesta. Enemmistö oppilaista hyväksyi vastauksen, jonka oikeellisuuden myös opettaja vahvisti.

Lopuksi pureuduttiin opettajajohtoisen opetuksen avulla asteroidivyöhykkeeseen. Asteroidivyöhykkeen selittämisen tueksi opettaja piirsi taululle havainnekuvan asteroidivyöhykkeestä. Tunnin lopussa opettaja selitti oppilaille vielä tähdenlennon sekä komeetan määritelmät ja selvensi näiden eroavuudet.

7.6 Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla

Kaksoistunnin varsinaisena aiheena oli taide ja paikkana oma luokka. Vesirakettikokeiden suorittamista varten neljä oppilasta kerrallaan lähti koulun urheilukentälle. Tavoitteena oli, että oppilaat toteuttavat pareittain ideoimansa kokeet. Kokeiden tekemisen tavoitteena oli tutustuttaa oppilaat myös suoritettujen kokeiden luotettavuuden arviointiin. Opetusvälineinä käytettiin oppilaiden ja opettajan rakentamia vesiraketteja, opettajan rakentamaa vesirakettien laukaisualustaa, ajanottokelloja lentoaikojen mittaamiseksi sekä kirjoitusvälineitä kokeiden tulosten kirjaamista varten. Kokeiden turvallisuuden parantamiseksi oppilaat pukivat kokeiden suorittamisen ajaksi päähänsä jääkiekkokypärät.

Kutakin muuttujaa tutki erikseen kaksi oppilasparia. Vesiraketeilla tehtäviä kokeita varten oppilaspareilla oli vesiraketteja yhdestä kolmeen kappaletta. Vesirakettien määrä riippui siitä, mitä muuttujaa oppilaspari tutki. Molemmilla paineen ja veden määrän vaikutusta tutkivalla oppilasparilla oli yksi vesiraketti. Vastaavasti molemmilla hyötykuorman vaikutusta tutkivalla oppilasparilla vesiraketteja oli kaksi kappaletta. Raketin muotoa tutkivilla pareilla oli molemmilla kolme vesirakettia.

Kokeet vesiraketilla suoritettiin niin, että yhden oppilaan laukaistessa vesiraketin vähintään 3 muuta oppilasta mittasi vesiraketin lentoajan ajanottokellojen avulla. Ajanottoa kelloilla harjoiteltiin aina ennen vesiraketin laukaisua. Saadut lentoajat kirjattiin ylös ja niitä käytettiin myöhemmin vesiraketin lähtönopeuden ja lakikorkeuden määrittämiseen.

Kukin pari suoritti kolme vesirakettikoetta. Yksi kunkin oppilasparin vesirakettikokeista oli niin kutsuttu verrokki. Verrokkina kaikilla oppilaspareilla oli evillä varustettu raketti, jonka laukaisussa käytettiin samansuuruista painetta, vesimäärää ja hyötykuormaa. Taulukossa 1 on esitetty vesirakettien kokeiden muuttujien arvot eri kokeissa.

Taulukko 1. Muuttujien arvot vesiraketeilla tehtyjen kokeiden aikana.

Tutkittava muuttuja	Muut muuttujat	Koe nr. 1 (verrokki)	Koe nr. 2	Koe nr. 3
Paine	Paine	3 bar	4,5 bar	6 bar
	Veden määrä	0,5 l	0,5 l	0,5 l
	Hyötykuorma	Mutterit	Mutterit	Mutterit
	Raketissa evät	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Veden määrä	Paine	4,5	4,5	4,5
	Veden määrä	0,5 l	0 l	1 l
	Hyötykuorma	Mutterit	Mutterit	Mutterit
	Raketissa evät	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Hyötykuorma	Paine	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar
	Veden määrä	0,5 l	0,5 l	0,5 l
	Hyötykuorma	Mutterit	Ei painoa	Vesi
	Raketissa evät	On	On	On
Raketin muoto	Paine	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar
	Veden määrä	0,5 l	0,5 l	0,5 l
	Hyötykuorma	Mutterit	Mutterit	Ei painoa
	Raketissa evät	Kyllä	Ei	Kyllä

Rakettien laukaisut eivät opetuskerran aikana sujuneet suunnitelmien mukaan. Rakettien laukaisun yhteydessä törmättiin teknisiin ongelmiin niin vesirakettien laukaisualustan kuin ajanoton osalta. Kaksoistunnin ensimmäisen tunnin aikana kokeita ei päästy tekemään laisinkaan, koska laukaisualustassa vesiraketin lukitsemiseen käytetty sokka oli kadonnut edellisten rakettien laukaisujen jälkeen. Teknisiä ongelmia aiheutti myös vesiraketin paineistamiseen käytetyn pumpun varren sekä painemittarin rikkoutumiset. Pääsyy edellä mainittuihin vesira-

ketin laukaisualustan osien rikkoutumisiin lienee testauksen aikana vallinnut kireä pakkanen. Suorittamatta jääneet kokeet päätettiin toteuttaa toisena ajankohtana.

Luokanopettajan kanssa käytyjen neuvottelujen jälkeen vesirakettikokeet päätettiin suorittaa loppuun teknologiakasvatuksen tunnin aikana 11.2.2013. Kokeet suoritettiin samanlaisin opetusvälinein kuin edellisellä kerralla. Myös järjestelyt olivat muutoin samankaltaiset, mutta oppilaat jotka eivät osallistuneet vesirakettien laukaisemiseen tai lentoajan mittaamiseen, sijoitettiin turvallisuussyistä koulun Kirppa-solun ulkokatoksen alle. Vesiraketin laukaisijoiden ja ajanottajien turvallisuutta parannettiin sijoittamalla heidät laukaisujen ajaksi jääkiekkomaalien suojiin. Tällä kertaa kokeet vesiraketeilla onnistuivat hyvin.

7.7 Rakettimatikka

Kahdestoista opetuskerta oli matematiikan tunti, joka oli integroitu tähtitieteen opetusjaksoon. Tähtitieteen ja matematiikan integroinnin johdosta tunnin aiheena oli ”Rakettimatikka - vesiraketin lähtönopeuden ja lakikorkeuden laskeminen”. Opetuskerran aiheen mukaisesti oppitunnilla laskettiin vesirakettikokeisiin liittyviä laskuja. Tähtitiedejakson tieteellisen tutkimuksen osalta opetuskerran tavoitteena oli, että oppilaat ymmärtävät tulosten luotettavuuden tarkastelun sekä osaavat lukea graafisia taulukoita. Vastaavasti matematiikan osalta tavoitteena oli, että oppilaat kertaavat desimaalien yhteen- ja vähennyslaskujen sekä desimaalien jako- ja kertolaskujen periaatteet ja harjaannuttavat laskutaitojaan. Opetusmuotona käytettiin muun muassa opettajajohtoista kyselevää opetusta, pari- ja ryhmätyöskentelyä sekä itsenäistä työskentelyä. Opetusvälineinä käytettiin videotykkiä ja taulua sekä opettajan laatimaa ohjetta vesiraketin lähtönopeuden ja lakikorkeuden laskemiseksi.

Opetuskerta lähti liikkeelle oppilaiden johdattamisella ”rakettimatikkaan” opettajajohtoisesti. Opetuksen aikana käytiin läpi, kuinka vesiraketin lähtönopeus ja lentoradan lakikorkeus voidaan määrittää vapaata heittoliikettä kuvaavien fysiikan kaavojen avulla. Vapaan heittoliikkeen kaavojen käyttö perustui siihen, että niiden sen katsottiin parhaiten kuvaavan vesiraketeilla tehtyjä kokeita, vaikka vesiraketin toimintaperiaate ei täysin vastaa vapaata heittoliikettä.

Koska tunnin pääpaino ei ollut fysiikassa vaan matematiikassa, niin lähtönopeuden ja lakikorkeuden kaavojen tarkastelu suoritettiin hyvin pinnallisesti. Oppilaille esitetyt ja laskennassa käytetyt kaavat esitettiin mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa niiden ymmärtämisen ja laskennassa hyödyntämisen helpottamiseksi. Vesiraketin nopeus (m/s) heti laukaisun jälkeen määritettiin kaavan 1 avulla. Vesiraketin pystysuoran lentoradan lakikorkeus (m) määritettiin vastaavasti kaavan 2 avulla.

$$(1) \quad \text{Lähtönopeus} = 5 \cdot \text{Lentoaika}, \text{missä}$$

Lähtönopeus = vesiraketin nopeus (m/s) heti laukaisun jälkeen

Lentoaika = vesiraketin lentoaika (s)

$$(2) \quad \text{Lakikorkeus} = \frac{\text{Lähtönopeus} \cdot \text{Lähtönopeus}}{20}, \text{missä}$$

Lakikorkeus = vesiraketin lentoradan lakikorkeus (m)

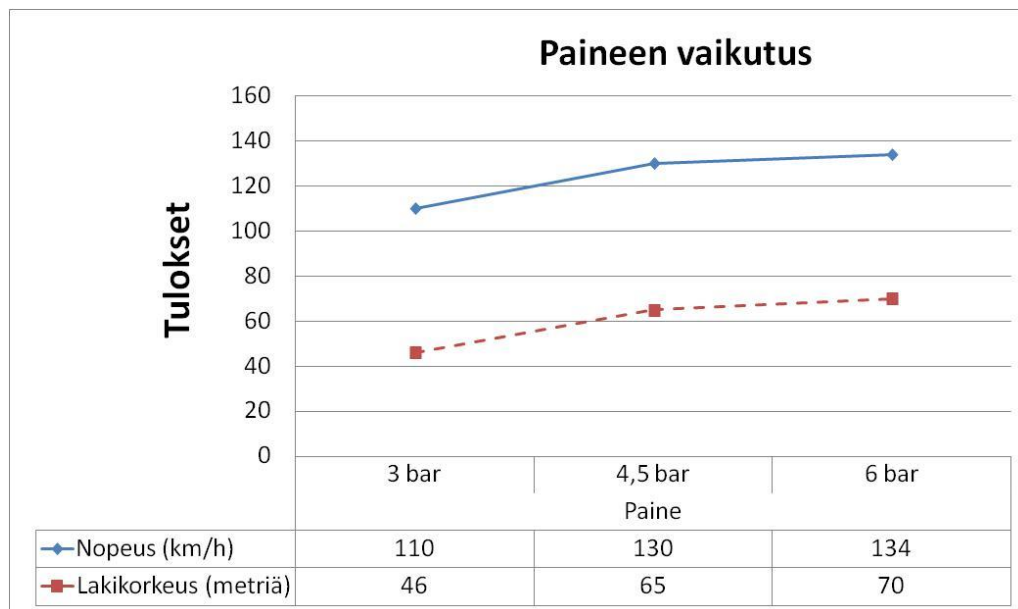
Lähtönopeus = vesiraketin nopeus (m/s) heti laukaisun jälkeen

Kaavojen läpikäymisen jälkeen suoritettiin vesirakettikokeiden lentoaikojen luotettavuuden tarkastelu. Kuten aiemmin on kuvailtu, suoritettiin lentoaikojen mittaus kunkin kokeen osalta 2 – 3 oppilaan toimesta. Lentoajan määrittämiseen vaikuttavia ongelmia havaittiin niin vesiraketin lennossa kuin ajanotossa. Havaitut ongelmat pyrittiin kirjaamaan ylös välittömästi kokeen suorituksen jälkeen. Lentoaikojen määrittämisestä vaikeuttivat muun muassa vesirakettien osumiset puihin sekä ajanottojen käynnistämisten ja pysäytysten epäonnistumiset tai niiden selvät myöhästymiset.

Koska kunkin vesirakettikokeen lähtönopeus ja lakikorkeus oli tarkoitus määrittää mitattujen lentoaikojen keskiarvon perusteella, pyysi opettaja oppilaita pohtimaan selvästi epäluotettavien lentoaikojen vaikutusta laskettavaan lentoajan keskiarvoon ja tätä kautta lopulta lähtönopeuden ja lakikorkeuden osalta saataviin tuloksiin. Oppilaiden mielestä epäluotettavat lentoajat heikensivät tulosten luotettavuutta, ja niiden poistaminen parantaisi tulosten tarkkuutta. Tulosten tarkkuuden parantamiseksi lentoaikojen keskiarvojen laskennasta jätettiin pois sellaiset mitatut lentoajat, joiden selvästi tiedettiin olevan virheellisiä tai havaittiin poikkeavan selvästi kokeen muista lentoajoista.

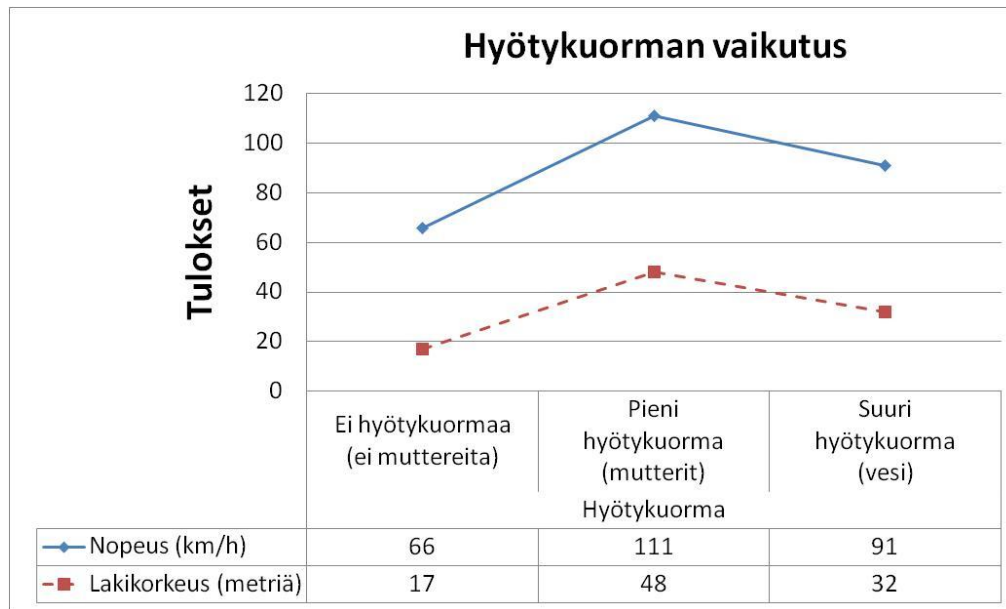
Lähtöaineiston luotettavuuden tarkastelun jälkeen suoritettiin vesirakettikokeiden lähtönopeuksien ja lakikorkeuksien laskeminen neljässä eri ryhmässä. Kuhunkin ryhmään kuului ne parit, jotka olivat tutkineet samaa muuttujaa. Siksi jokaiseen laskentaryhmään kuului neljä oppilasta. Lähtönopeuden ja lakikorkeuden laskemista varten kukin ryhmä sai vielä opettajalta kirjalliset ohjeet, jotka käytiin yhteisesti läpi opettajan johdolla. Ohjeistuksen jälkeen ryhmät aloittivat lähtönopeuksien ja lakikorkeuksien laskemisen. Tavoitteena oli, että ryhmän paremman laskutaidot omaavat oppilaat auttavat tarvittaessa heikompia oppilaita. Tämä toimi yleisesti ottaen hyvin, mutta yhden ryhmän osalta laskemisen etenemisessä oli selviä ongelmia. Kyseistä ryhmää opettaja joutui tunnin aikana auttamaan selvästi muita enemmän.

Tunnin lisätehtävänä oli saatujen tulosten esittäminen graafisena taulukkona annetun ohjeen mukaan. Ajan vähyden vuoksi kukaan ryhmistä ei ehtinyt laatia kyseistä graafista taulukkoa. Tämän johdosta tunnin lopussa tarkasteltiin opettajan edeltä käsin laatimia graafisia tulostaulukoita eri muuttujien vaikutuksista vesiraketin lähtönopeuteen ja lakikorkeuteen. Tunnilla läpikäyty tuloksen eri muuttujien vaikutuksista on esitetty kuvioissa 3 – 6.



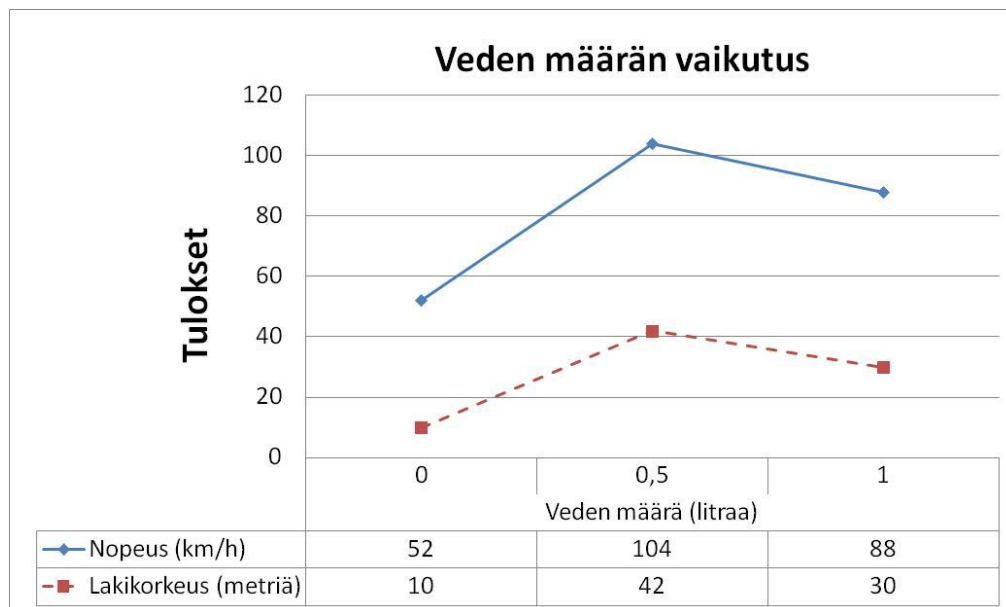
Kuvio 3. Paineen vaikutus lähtönopeuteen sekä lentoradan lakikorkeuteen.

Kuviossa 3 on esitetty paineen vaikutus raketin lähtönopeuteen sekä lentoradan lakikorkeuteen. Lähtönopeus ja lentoradan lakikorkeus kasvoivat paineen noustessa.



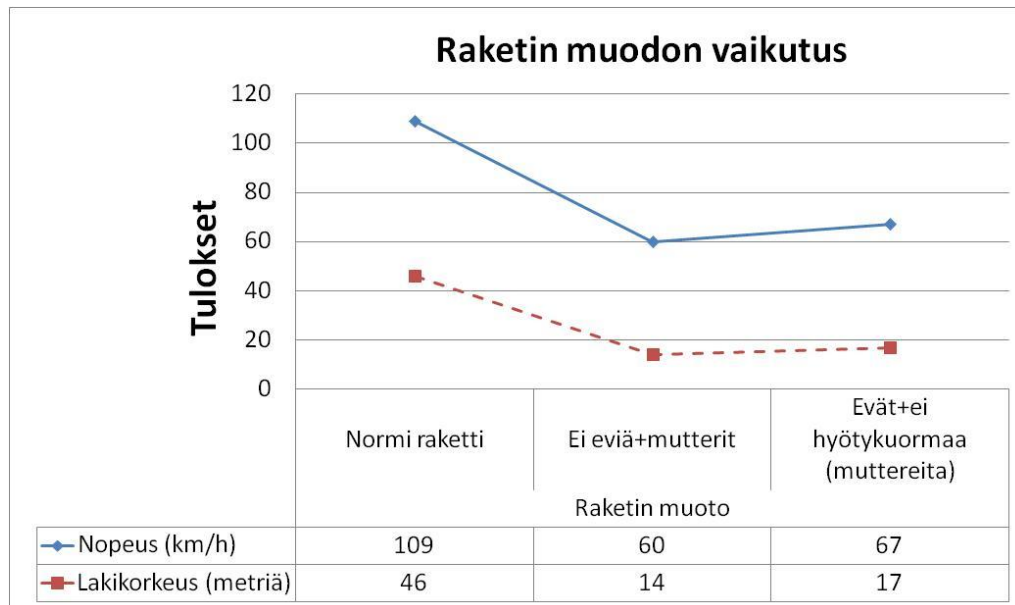
Kuvio 4. Hyötykuorman vaikutus lähtönopeuteen sekä lentoradan lakikorkeuteen.

Kuviosta 4 nähdään, että optimaalinen hyötykuorman arvo on hyötykuorman minimi ja maksimi arvon välissä.



Kuvio 5. Veden määrän vaikutus lähtönopeuteen sekä lentoradan lakikorkeuteen.

Kuviosta 5 nähdään, että hyötykuorman tavoin myös veden määrän optimaalinen arvo löytyy minimi ja maksimi veden määrän välistä.



Kuvio 6. Raketin muodon vaikutus lähtönopeuteen sekä lentoradan lakikorkeuteen.

Kuviosta 6 nähdään, että referenssiarvona käytetyn raketin muoto on ollut lähtönopeuden ja lakikorkeuden kannalta optimaalisin.

7.8 Maailmankaikkeuden rakenne

Opetuskerran tavoitteena oli vaikuttaa oppilaiden maailmankuvaan. Maa on ainoa paikka, jossa tiedetään olevan elämää. Toiseksi oppilaiden oli tarkoitus ymmärtää Maailmankaikkeuden olevan hitaassa muutostilassa, ja tästä esimerkkinä oli tähden elinkaari.

Tunti alkoi tutustumisella tähtitaivaan niihin kohteisiin, joita oli tarkoitus käsitellä tunnin aikana. Tutustumisen välineenä toimi iPadin Stellarium-ohjelma, joka heijastettiin Apple TV:n ja videotykin avulla taululle. Esimerkkeinä tähden elinkaaresta käytettiin Orionin kaasusumua, Aurinkoa, Ketun planetaarista sumua sekä Rapusumua. Vastaavasti esimerkkeinä galaksien rakenteesta käytettiin Andromedan galaksia ja Tuulimyllygalaksia. Galaksien välistä vuorovaikutusta tarkasteltiin Stephenin kvintetin avulla.

Suoritetun tarkastelun aikana opettaja valitsi tarkasteltavat kohteet ja oppilaat selittivät kuvista sen mitä osasivat. Tämän jälkeen opettaja korjasi ja täydensi oppilaiden antamaa kuvausta tarpeen mukaan. Tämän ”avaruusmatkan” jälkeen kerrattiin edellisen tunnin aihe, Aurinkokunnan rakenne, kysymällä oppilailta aiheeseen liittyviä kysymyksiä. Tässä kohdassa tuntia oppilaat olivat selvästi tavallista hiljaisempia. Keskustelua syntyi kuitenkin Kalevan uutisen pohjalta ”Kivenlohkare ohittaa maan lähietäisyydeltä”.

Tunnin kolmas osio muodostui maailmankaikkeuden muutostilan käsittelystä. Tässä edettiin opettajajohtoisen keskustelun keinoin. Opettajan kertoi oppilaille, että maailmankaikkeus ei aina ole ollut tämän näköinen, miten me sen nykyään näemme. Maailmankaikkeuden muutos tapahtuu hitaasti, minkä vuoksi sen havaitseminen on vaikeaa. Tähtien synty on yksi tapa havaita tämä muutos. Tähtien synnyn, keski-ikä ja kuoleman kautta keskustelu siirtyi mustiin aukkoihin, jotka ovat syntyneet supernovien räjähdyksistä. Asia kiinnosti oppilaita ja he halusivat ymmärtää niiden olemusta paremmin. Tässä kysymyksessä liikuttiin opettajan tietämyksen rajoilla.

Tuulimyllygalaksin yhteydessä tarkasteltiin tuulimyllygalaksin suunnalla näkyviä muita galakseja. Opettaja havainnollisti asiaa rakentamalla leikkiautoista katuna toimivalle laudalle jonon. Havainnollistamisen tavoitteena oli osoittaa, että kun näkymää katsottaessa kadun suuntaisesti etäisyyksiä on vaikea nähdä. Vastaavasti sivusta katsottuna autojen etäisyydet on helpompi havaita. Seuraavaksi opettaja piirsi taulun reunaan Linnunradan, sen viereen Tuulimyllygalaksin ja edelleen kauemmaksi taululle muita galakseja. Piirroksen avulla opettaja pyrki havainnollistamaan oppilaille maailmankaikkeuden rakenteen ja sen, kuinka Maailmankaikkeus sisältää runsaasti tyhjää tilaa. Tunnin päättyessä oppilaat saivat kotitehtäväksi lukea aiheetta käsittelevän kirjan kappaleen.

Tunnin tavoite avaruuden hitaan muutostilan ymmärtämisestä saavutettiin osittain. Tähtien elinkaari käsiteltiin selkeästi, mutta galaksien liikkeisiin asti ei päästy. Maa elämän ainoana tunnettuna olinpaikkana todettiin, mutta tätäkään aiheetta ei käsitelty syvällisemmin.

7.9 Loppuraportin laatimisen ohjeistus

Opetuskerran aiheena oli loppuraportin laatimisen ohjeistus. Opettajan tavoitteena oli, että opetuskerran jälkeen oppilaat tietävät myöhemmin laadittavaan tähtitiedejakson loppuraporttiin tulevat pääsisällöt. Opetuskerran tavoitteena oli tutustuttaa oppilaat myös tähtitieteen harrastuskulttuuriin. Opetuskerran aikana ei kuitenkaan ehditty tutustua tähtitieteen harrastamiseen, joten tämä tavoite jäi opetuskerran osalta saavuttamatta.

Tunti alkoi opetusneliössä luokan edessä. Opettaja antoi oppilaille tehtäväksi esittää vesiraketeilla tekemänsä kokeiden tulokset sellaiselle ihmiselle, joka ei tunne projektia entuudestaan. Opettaja motivoi oppilaita loppuraportin tekemiseen myös sillä, että hän kertoi tulevan tähtitieteen kokeen sisältävän kysymyksen myös työn tulosten selittämisestä. Opettaja kertoi, että laadittavat loppuraportit tultaisiin esittämään tähtitiedejakson viimeisellä opetuskerralla. Koska kutakin vesiraketin lentoon vaikuttavaa muuttujaa oli tutkinut kaksi oppilasparia, niin esittävät parit valittaisiin arpomalla ja toisen parin tehtävänä olisi opponoida esitys.

Loppuraportin toteutusta varten oppilaat saivat iPadit sekä kuvauksen loppuraportin rakenteesta. Loppuraportin tuli sisältää yleiskuvaus kokeellisen tutkimuksen tekemisestä, kuvaus omista esitiedoista käsitekartan muodossa, raketin rakentaminen, hypoteesi tutkittavan muuttujan vaikutuksesta raketin lento-ominaisuuksiin, kuvaus kokeen suorittamisesta, saadut tulokset kuvaajan muodossa sekä tulosten sanallisen selittäminen. Opettaja painotti vielä hypoteesin ja tulosten selittämisen tärkeyttä. Nämä osiot olivat ne, joista oppilaiden tuli aloittaa loppuraportin työstäminen.

Työskentely alkoi neljän hengen ryhmissä, sillä kaksi työparia oli suorittanut kunkin yksittäisen muuttujan tutkimisen. Kokeen tulokset olivat esillä luokassa julisteiden muodossa. Oppilaat pohtivat ryhmässä tulosten merkitystä ja esittivät tuloksensa muille siten, että kolme oppilasta selitti kukin yhden mittauspisteen, ja neljäs oppilas selitti syyn näiden tulosten keskinäiseen järjestykseen.

Tunti onnistui hyvin. Oppilaat kykenivät sanallistamaan saamansa koetulokset ymmärrettävään muotoon ja pääsivät jo loppuraportin teon alkuun. Oppilaiden työskentely vaikutti moti-

voituneelta ja oppilaat pyrkivät tuottamaan selkokielistä sisältöä, mikä tunnin tehtävänannon mukaisesti olisi ulkopuolisen ihmisen ymmärrettävissä. Koska työskentely loppuraportin parissa eteni sujuvasti, tähtitieteen harrastusosiota ei aloitettu lainkaan.

7.10 Kolmiomittaus

Opetuskerran tavoitteena oli tutustua kolmiomittaukseen ja liittää tämä tieto eksoplaneettatutkimukseen. Tunti alkoi tehtävällä, jossa piti mitoittaa joen ylittävän sillan pituus. Joki oli piirrettynä taululla. Oppilaat pohtivat pareittain, kuinka voi mitata joen leveyden silloin, kun mittaa ei voi viedä joen yli. Pohdinnan jälkeen toimivaa ideaa ei ollut muodostunut, joten opettaja auttoi piirtämällä kolmion kannan joen kotirannalle ja huipun vastarannalle. Oppilaat siirtyivät taululle ja mittasivat kannan kulmat, minkä jälkeen oppilaat piirsivät vihkoon kolmion, jossa kulmat olivat samat. Tästä kolmiosta oppilaat mittasivat kolmion kannan ja korkeuden pituuden. Opettaja lisäsi taulupiirroksen kannan pituudeksi 10 metriä, ja oppilaat ratkaisivat joen leveyden käyttämällä hyväksi mittakaavaa taulupiirroksen ja vihkoon piirretyn kolmion välillä.

Toisena harjoitustehtävänä oli ratkaista etäisyys luokan edessä olevaan appelsiiniin. Opettaja laittoi oppilasparien työpisteeseen maalarinteipin kolmion kannaksi, ja oppilaat lisäsivät tähän kantaan kyljet osoittamaan kohti appelsiinia. Oppilaat mittasivat 1000 mm teräsviivaimella kannan pituuden ja geokolmioilla kannan kulmat, minkä jälkeen etäisyys appelsiiniin oli mahdollista laskea käyttämällä hyväksi mittakaavaa ja vihkoon piirrettyä yhtenevää kolmiota.

Tunnin kolmannessa osassa opettaja kysyi, mikä on pisin kolmiomittauksen kanta, jonka ihminen voi toteuttaa. Ideoiden ääneen kertomisen jälkeen opettaja laittoi maalarinteipistä tehdyn kolmion kannan keskelle auringon ja kannan toiseen kulmaan maapallon kuvan. Sitten lasten tuli ratkaista, kuinka maapallon voi saada vastakkaisella puolella olevaan kantalukmaan. Tähän lapsilta löytyi ratkaisu; odottamalla puoli vuotta maapallo kiertää vastakkaiselle puolelle aurinkoa. Lapset tiesivät valon kulkevan maahan kahdeksassa minuutissa, jolloin kannan pituudeksi muodostui 16 valominuuttia. Etäisyyttä appelsiini-tähteen ei kuitenkaan ehditty laskea, sillä oppitunti loppui kesken.

Opettaja oli suunnitellut eksoplaneettoihin liittyvän keskustelun tunnin loppuun, mutta sinne asti ei päästy. Tältä osin oppitunnin suunnitteluvaiheessa tapahtui virhe ajankäytön arvioinnissa. Lapset olivat myös innottomia ja haluttomia tekemään töitä, eli myös motivointi epäonnistui. Oppilaiden motivoimisen puuttuminen tunnin alusta oli selvä virhe. Tunti päättyi etäisyyden määrittämiseen luokassa metreinä, mutta muunnosta aurinkokuntamittakaavaan ei ehditty tehdä.

Teippauksen käyttäminen kolmion rakennustapana oli liian abstrakti, sillä se tuotti vain kolmion alaosan. Jatkossa voisi olla parempi rakentaa luokkaan kokonaisia kolmioita esimerkiksi narusta. Toiseksi tehtävään liittyvä matematiikka oli lapsille vaikeaa. Ongelmia oli kulman mittaamisessa, kolmion piirtämisessä, mittakaavan hahmottamisessa ja näiden asioiden yhdistämisessä. Olisiko aihe liian vaikea viidennelle luokalle?

7.11 Loppuraportin laatiminen

Loppuraportin laatimisen opetuskerta oli niin kutsuttu jakotunti. Jakotunti tarkoitti käytännössä sitä, että puolet luokan oppilaista osallistui opetuskerran aikaan muualla tapahtuvaan opetukseen. Äidinkielen tunnin aiheena oli tietotekstin tuottaminen. Tunnin yhteys tietotekstin tuottamiseen syntyi siitä, että opetuskerran aikana oppilaat laativat pareittain tähtitiedejakson loppuraportin. Opetuskerran aiheen mukaisesti tavoitteena oli tutustuttaa oppilaat tieteellisen tekstin tuottamiseen. Tunnin toisena tavoitteena oli oppilaiden pari- ja ryhmätyötaitojen kehittäminen. Opetusmenetelminä opetuskerralla käytettiin opettajajohtoista opetusta sekä parityöskentelyä. Opetusvälineinä käytettiin videotykkiä, opettajajohtoista esitelmää sekä iPadeja.

Opetuskerran aluksi oppilaat hakivat käyttöönsä iPadit. Tämän jälkeen oppilaiden kanssa kerrettiin opettajajohtoisesti ohjeistus tietotekstin tuottamisen osalta. Ohjeistukseen ei käytetty paljoa aikaa, koska loppuraportin laatiminen oli käyty oppilaiden kanssa läpi jo aikaisemmalla opetuskerralla. Loppuraportista tuli tehdä esitelmä, jonka pari esittäisi tai opponoisi muulle luokalle.

Ohjeiden antamisen yhteydessä oppilaille painotettiin, että ensimmäisenä tehtävänä oli muodostaa loppuraportin otsikko ja väliotsikot. Tämän jälkeen loppuraportin sisällön laatiminen tuli aloittaa osioista hypoteesi, kokeen suorittaminen ja tulosten selittäminen. Loppuraportin laatimisen aloittaminen edellä mainituista osioista perustui siihen, että kyseessä olevat osiot olivat tieteellisen tutkimuksen kannalta tärkeimmät osiot. Näiden osioiden laatimisen jälkeen oppilaat saivat laatia johdannon, lähtötietojen ja tavoitteiden kuvauksen ja raketin rakentamisen kuvauksen jäljellä olevan ajan puitteissa.

Ohjeiden läpikäymien jälkeen oppilaat aloittivat loppuraportin laatimisen iPadeilla. Työskentelyn ajaksi parit sijoittautuivat eri puolille luokkaa sekä Kirppa-solun käytävälle. Opetuskerran aikana opettaja joutui ajoittain kertaamaan ja tarkentamaan osalle pareista loppuraportin laatimisen ohjeita. Opetuskerran aikana osalle oppilaista jouduttiin täsmentämään myös hypoteesin määritelmää sekä hypoteesin merkitystä tieteellisessä tutkimuksessa. Opettajan ohjauksen, neuvojen sekä hypoteesin määritelmän ”kansan kielellä” esittämisen jälkeen hypoteesin merkitys tieteellisessä tutkimuksessa selkeytyi selvästi oppilaille. Opetuskerran loppuajan oppilaat hioivat niin hypoteesejaan kuin loppuraportin ulkoasuakin. Opetuskerran aikana huomattiin se, että oppilaiden kyky käyttää iPadin eri sovelluksia esitelmän tuottamiseen oli ihailtavalla tasolla.

Jälkimmäiselle opetuskerralle osallistui se puoli luokasta, joka ei ollut osallistunut jakotunnin ensimmäiseen osioon. Tunnin aihe, tavoitteet, opetusmuodot sekä opetusvälineet olivat samat, kuin jakotunnin ensimmäisessä osiossa. Tunti lähti liikkeelle edellisen tunnin tapaan tähtitiedeprojektin loppuraportin laatimisen ohjeistuksen antamisella oppilaille. Edelliseen jakotuntiin verrattuna ohjeistuksen antamisessa oppilaille painotettiin enemmän raportin eri osien laatimisjärjestyksen tärkeyttä sekä laatimiseen varatun kokonaisajan määrää. Ohjeistuksen terävöittämisen toivottiin kannustavan oppilaita hieman rivakampaan työskentelyyn verrattuna ensimmäisen jakotunnin oppilaisiin. Opetuskerran rakenne ja tunnin aikana havaitut haasteet raportin laatimisessa olivat samankaltaisia kuin edellisen jakotunnin aikaisessa työskentelyssä.

7.12 Tähtitiedejakson koe ja loppuraporttien esittäminen

Tähtitieteen kokeesta ilmoitettiin lapsille kuusi päivää etukäteen. Lapset saivat ohjeen valmistautua kokeeseen lukemalla oppikirjasta tähtitiedettä koskeva osio ja pohtimalla vesiraketeilla tehtyjen kokeiden tuloksia. Kokeessa tultaisiin kysymään vain tunnilla käsiteltyjä asioita, ja yksi kysymys tulisi käsittelemään vesiraketeilla saatuja tuloksia. Pidetty koe on esitetty liitteessä yksi. Kokeen pohjana käytettiin fysiikan ja kemian opetukseen tuotetun Pisarakirjasarjan vakiokoetta, jota muokattiin sopimaan opetuskokeilun sisällön mukaisesti.

Jakson viimeisen oppitunnin aihe oli loppuraporttien esittäminen, mikä alkoi esittävien ja opponivien parien arpomisella. Opettaja kuvasi opponentin tärkeimmän tehtävän olevan kertoa, mitä hyvää esityksessä oli. Lisäksi tulisi kertoa, jos jokin osa tuloksista jäi epäselväksi kuulijalle ja lopuksi täydentää tätä epäselvää osaa. Oppilaat kysyivät videokameran merkityksestä luokassa, ja opettaja kertoi sen olevan osa opetukseen liittyvän tutkimuksen tekoa. Videokuvan luvattiin päätyvän vain tutkimuksen tekijöiden käyttöön.

Oppilaat esittivät tulokset iPadeilla käyttäen Apple-TV:tä. Ensimmäisen esityksen jälkeen Apple-TV katosi, ja ongelmaa ei saatu opetuskerran aikana korjattua. Loput kolme esitystä tapahtuivat sanallisesti ilman kuvan antamaa tukea. Esitystunnilla päästiin tavoitteeseen, sillä opponentit pysyivät roolissa ja antoivat positiivista palautetta. Lisäksi esitykset olivat ymmärrettävässä muodossa teknisistä ongelmista huolimatta.

8 TOTEUTUNUT OPETUSSUUNNITELMA

Opetuskokeilu perustui kokeelliseen opetussuunnitelmaan (KOPS), joka laadittiin Suomen, Englannin, Yhdysvaltojen, Kanadan, Australian ja Uuden Seelannin opetussuunnitelmien pohjalta. Lisäksi toteutuneeseen opetukseen vaikutti oppilailta kerätty palaute. Palautteen pohjalta teemojen sisällöt muotoiltiin siten, että oppilaan oli mahdollista työskennellä asettamiensa oppimistavoitteiden suuntaisesti. Toteutunut opetussuunnitelma on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Toteutunut tähtitieteen opetuksen jaksosuunnitelma.

	Oppitunti/ oppitunnit	Ajankohta	Kesto (min)	Oppitunnin aihe
1.	FYKE	24.1.2013	45	Johdatus tähtitieteeseen
2.	TN	24.1.2013	2 x 45	Vesiraketin rakentaminen
3.	TEKNO	28.1.2013	45	Avaruuden tutkimisen teknologiat
4.	FYKE	31.1.2013	45	Jaksolliset ilmiöt
5.	TN	31.1.2013	2 x 45	Vesiraketin rakentaminen ja testaus
6.	TEKNO	4.2.2013	45	Oppimistavoitteet ja tutkimussuunnitelmat
7.	FYKE	7.2.2013	45	Aurinkokunnan rakenne
8.	KU/FYKE	8.2.2013	2 x 45	Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla I
9.	TEKNO	11.2.2013	45	Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla II
10.	MA	12.2.2013	45	Rakettimatikka
11.	FYKE	14.2.2013	45	Maailmankaikkeuden rakenne
12.	AI	18.2.2013	45	Loppuraportin laatimisen ohjeistus
13.	TEKNO	18.2.2013	45	Kolmiomittaus
14.	AI*	19.2.2013	45	Loppuraportin laatiminen I
15.	AI*	20.2.2013	45	Loppuraportin laatiminen II
16.	FYKE	21.2.2013	45	Koe tähtitiedejaksosta
17.	AI	25.2.2013	45	Loppuraporttien esittäminen

* jakokunti, johon osallistui puolet luokan oppilaista. Taulukossa käytetyt lyhenteet: FYKE = fysiikka ja kemia, TN = tekninen työ, KU= kuvaamataito, MA= matematiikka, TEKNO = teknologiakasvatus ja AI = äidinkieli.

Opetuskokeiluun käytettyjen oppituntien määrä oli hieman suurempi kuin opetusjakson suunnitteluvaiheessa oli esitetty. Opetusjakson yksittäisten oppituntien sijoittaminen opetuskokeiluun osallistuneen luokan lukujärjestykseen onnistui erittäin hyvin. Tästä kiitos kuului luokan omalle opettajalle.

Oppituntien sisältöjä tarkennettiin ja muokattiin opetusjakson aikana. Esimerkiksi joidenkin oppituntien aiheiden läpikäymiseen jouduttiin käyttämään suunniteltua enemmän aikaa, minkä vuoksi seuraavien oppituntien sisältöä jouduttiin muuttamaan. Toisaalta joidenkin aiheiden osalta oppituntien määrää lisättiin, jotta seuraavien oppituntien aiheita tai sisältöä ei olisi jouduttu muuttamaan. Oppitunteja lisättiin esimerkiksi vesirakettien rakentamiseen sekä vesiraketeilla tehtyjen kokeiden suorittamiseen. Tuntimäärien lisääminen edellä mainittujen oppituntien osalta johtui ajankäytön arvioinnin epäonnistumisesta suunnitteluvaiheessa.

Opetuskokeilun oppitunnit toteutettiin niin, että molemmat tutkimuksen tekijät osallistuivat oppituntien pitämiseen. Opetusvastuu kullakin oppitunnilla oli vain toisella tekijällä kerrallaan. Kunkin oppitunnin osalta oppitunnin pitäjä valittiin hyvissä ajoin jo suunnitteluvaiheessa.

9 TULOKSET

Seuraavissa luvuissa on esitetty opetuskokeilun tulokset. Tuloksissa on tarkasteltu opetusjakson suunnittelu- ja toteutusprosessia, asetettujen tavoitteiden saavuttamista sekä oppilailta saatua palautetta ja koemenestystä.

Opetuskokeilun aikana toteutettiin yhteensä 20 lukujärjestykseen merkittyä oppituntia. Pidettyjen opetuskertojen lukumäärän perusteella toteutettu opetuskokeilu on laajahko. Aiemmin kerrotun mukaisesti opetusjakson rakennetta, tavoitteita ja sisältöjä suunniteltiin sekä ennen opetusjakson toteuttamista että opetusjakson toteutuksen aikana. Ennen opetusjakson toteutusta laadittu kokeellinen opetussuunnitelma sisälsi ne tähtitieteen osa-alueet, jotka ovat keskeisiä sisältöjä useimmissa tutkimuksen aineistona käytetyissä eri maiden opetussuunnitelmissa. Koska tavoitteena oli tähtitieteen oppimisen ja tieteellisen ajattelun harjoittelun lisäksi oppimisen itsesäätelyn kehittyminen, niin kokeellisen opetussuunnitelman aihepiirit oli rakennuttu väljiksi. Tämä mahdollisti oppijan mukaan ottamisen opetussuunnitelmatyöhön.

Tähtitieteen opetusjakso toteutettiin maisterivaiheen koulutyöskentelyn yhteydessä 14.1. – 1.3.2013. Opetusjaksoon osallistui Oulun normaalikoulun 5. luokka. Luokan lopullinen valinta suoritettiin viikolla kolme, eli noin viikko ennen opetusjakson ensimmäistä opetuskertaa. Opetuskokeiluun osallistuvan luokan valitseminen vasta hieman ennen opetuksen alkua synnytti joitakin haasteita opetusjakson suunnittelun osalta. Haasteet liittyivät pitkälti opetuksen kokonaistuntimäärän määrittämiseen sekä opetuksen aikataulutukseen. Opetuksen sisällön osalta sillä ei ollut niin suurta merkitystä, koska väljä kokeellinen opetussuunnitelma oli jo tehty. Kokonaistuntimäärä ratkaisi kuitenkin sen, kuinka syvälle eri aihepiireihin ehtisi syventyä opetuskokeilun aikana.

Kun opetusjaksoon käytettävä tuntimäärä oli tiedossa, alkoi tähtitieteen opetusjakson sisällön tarkempi suunnittelu. Suunnittelu eteni niin, että ensin määriteltiin eri opetuskertojen aiheet ja alustavat ajankohdat. Kokeellisen opetussuunnitelman käyttäminen nopeutti selvästi suunnittelua, ja alustava suunnitelma opetusjakson opetuskertojen aiheista ja ajankohdista saatiin laadittua hyvin nopeasti. Suunnittelun painopiste oli ensimmäisen opetuskerran sisältöjen ja työtapojen määrittelyssä. Kokonaisuuden kannalta ensimmäinen opetuskerta oli erittäin tärkeä, sillä

tämän opetustapahtuman perusteella oppilaiden oli tarkoitus asettaa omia oppimistavoitteita (Perry et al., 2007). Oppilaiden tuli saada selkeä käsitys opintojakson sisältämistä aihepiireistä, jotta oman oppimistavoitteen asettaminen olisi mahdollista.

Muiden opetuskertojen suunnittelu tapahtui pääsääntöisesti opetusta edeltävällä viikolla tai viimeistään pari päivää ennen opetuskerran pitämistä. Opetuskerran suunnitteleminen vasta hieman ennen opetuksen pitämistä mahdollisti sen, että suunnittelussa voitiin hyödyntää oppilaiden Edmodo-alustan kautta antamaa palautetta omasta oppimisestaan, sekä edellisellä oppitunnilla opetuksen pitäjien tekemiä havaintoja muun muassa opetuksen toimivuudesta ja ajankäytön riittämisestä aihepiirin käsittelyn osalta.

Kaiken kaikkiaan opetuskokeilun osalta saatiin luotua hyvin selkeä ja loogisesti etenevä toteutunut opetussuunnitelma. Se sisälsi aiheita tähtitieteen opettamisesta aina tieteellisen tutkimuksen tekemiseen. Opetusjaksoon integroitiin usean eri oppiaineen sisältöjä. Näitä olivat fysiikka ja kemia, teknologiakasvatuksen oppitunteja, tekninen työ, äidinkieli ja matematiikka. Oppimisen itsesäätelyn näkyväksi tekemiseen käytettiin Edmodo-ympäristöä noin 20 minuuttia kerran viikossa. Nämä opetuskerrat jätettiin pois toteutuneesta opetussuunnitelmasta.

9.1 Opetuksen toteutus

Opetuskokeilun tavoitteena oli, että oppilaat oppivat tieteellisen tutkimuksen periaatteita, tähtitieteen sisältöjä ja oppimisen itsesäätelystä. Tavoitteeseen pyrittiin niin, että oppilaat pääsivät opetusjakson aikana tutustumaan tutkimuksen teon eri vaiheisiin tutkimusprojektin muodossa. Oppilaat tutustuivat myös Aurinkokunnan ja maailmankaikkeuden rakenteeseen ja sen hitaasiin muutokseen. Opetusjakson aikana oppilaat tutustuivat myös tieteen ja teknologian väliseen yhteyteen ja laativat omia tutkimus- ja oppimistavoitteita.

Taulukkoon 3 on koottu oppituntien aiheet ja tiedot siitä, saavutettiinkö oppitunnin osalta tuntisuunnitelmassa mainitut tavoitteet ja ehdittiinkö oppitunnin aikana käsitellä tuntisuunnitelmassa mainitut opetuksen sisällöt. Taulukossa on kuvailtu tarkemmin myös niitä ongelmia, joiden johdosta oppitunnin tavoitteet tai aihepiirin käsittely olivat jääneet kesken.

Taulukko 3. Oppituntien tavoitteiden ja opetuksen sisältöjen toteutuminen.

Oppitunnin aihe	Tavoitteet	Sisältö	Lisähuomiot
Johdatus tähtitieteen seen	Kyllä	Kyllä	
Avaruuden tutkimisen teknologiat	Kyllä	Kyllä	
Jaksolliset ilmiöt	Osittain	Kyllä	Käsiteltiin kaikki tuntisuunnitelman aiheet, mutta käytetty aika liian vähäinen asioiden sisäistämisen kannalta
Vesiraketin rakentaminen	Osittain	Osittain	Oppitunnin tavoitteet toteutuivat vain osittain, koska vesirakettien rakentaminen ja testaaminen jäi kesken
Oppimistavoitteet ja tutkimussuunnitelmat	Osittain	Kyllä	Oppilaat eivät sisäistäneet tutkimushypoteesia odotetulla tavalla
Aurinkokunnan rakenne	Kyllä	Osittain	Oppitunnin aikana ei ehditty käsitellä kaikkia tuntisuunnitelman aiheita
Vesiraketin rakentaminen ja testaus	Kyllä	Kyllä	Ylimääräiset oppitunnit (2x45 min) vesirakettien loppuun rakentamiseksi
Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla I	Ei	Ei	Teknisten ongelmien vuoksi vain osa vesirakettikokeista saatiin suoritettua
Kokeiden suorittaminen vesiraketeilla II	Kyllä	Kyllä	Kokeiden suorittaminen loppuun
Rakettimatikka	Osittain	Osittain	Osalle oppilaista lähtönopeuden ja lentoradan lakikorkeuden laskeminen liian vaikeaa. Tunnin aikana käsiteltiin vain osa tuntisuunnitelman aiheista
Maailmankaikkeuden rakenne	Kyllä	Osittain	Oppitunnin aikana ei ehditty käsitellä kaikkia tuntisuunnitelman aiheita
Loppuraporttien laatimisen ohjeistus	Kyllä	Osittain	Oppitunnin aikana ei ehditty käsitellä kaikkia tuntisuunnitelman aiheita
Kolmiomittaus	Osittain	Osittain	Niin tunnin aihe kuin toteutus liian haastava oppilaille
Loppuraporttien laatiminen I	Kyllä	Kyllä	
Loppuraporttien laatiminen II	Kyllä	Kyllä	
Koe tähtitiedejaksosta	Kyllä	Kyllä	
Loppuraporttien esittäminen	Kyllä	Kyllä	Teknisistä murheista huolimatta tavoitteet tunnin osalta saavutettiin.

Yllä olevasta taulukosta nähdään, että usealla oppitunnilla osa tunnin tavoitteista jäi saavuttamatta tai osa aiheista käsittelemättä. Tästä voisi päätellä, että opetusjakson aikana saavutettiin huonolla menestyksellä yksittäisten oppituntien tavoitteet ja käsiteltiin vain osittain suunniteltuja aiheita. Tämä johtopäätös on kuitenkin liian hätäinen, sillä loppujen lopuksi opetusjakson tuntien osalta saavutettiin suurelta osin tuntisuunnitelmassa mainitut tavoitteet. Tähän on syynä se, että oppituntien tavoitteisiin pääsemiseksi aihepiirin käsittelyä jatkettiin tarvittaessa seuraavalla oppitunnilla. Näin toimittiin useamman oppitunnin kohdalla.

Suunniteltujen oppituntien aihepiirien käsittelyn osalta on todettava, että tietyllä tapaa suunnitellut oppituntien aihepiirit olivat liian kunnianhimoiset. Oppituntien tuntisuunnitelmissa mainittiin usein joko liian monta aihepiiriä, tai sitten oppitunnin aikana opettajan ja oppilaiden keskustelu jostakin tietystä aihepiiristä oli niin laajaa ja rönsyilevää, että sen johdosta tunnin aikana ei ehditty käsitellä kaikkia tuntisuunnitelmassa mainittuja aihepiirejä. Toisaalta oppituntien pitäjät pitivät tuntisuunnitelmia lähinnä suuntaa antavina ja tuntisuunnitelmasta poikkeamista ei pidetty kovin merkityksellisenä ja vakavana asiana. Tämä asenne lisäsi poikkeamia tuntisuunnitelmista, mutta tekijät toivoivat samalla vastanneensa paremmin lasten omiin oppimistavoitteisiin ja antaneensa oppilaille kokemuksen kyvystä vaikuttaa oppitunnin sisältöön. Mustien aukkojen laaja käsittely oppitunnilla oli esimerkki oppilaiden esittämästä sisällöstä, minkä vuoksi tuntisuunnitelmasta poikettiin.

Oppituntien toteutuksessa kohdattiin useita häiriötekijöitä. Oppituntien aikaiset haasteet liittyivät muun muassa opetusvälineisiin, ryhmädynamiikan tuntemiseen ja hallitsemiseen, oppilaiden pari- ja ryhmätyötaitoihin sekä oppilaiden henkilökohtaisiin taitoihin ja motivaatioon.

Oppituntien pitämiseen omat ikävät haasteensa aiheuttivat opetuksessa käytetyt opetusvälineet. Osa opetusvälineistä oli oppituntien pitäjille ennestään tuntemattomia, minkä vuoksi niiden käyttäminen ei aina ollut täysin luontevaa ja ongelmatonta. Oppituntien pitäjille erityisesti iPadin ja Apple TV:n käyttäminen tuotti välillä yllättäviä ongelmia. Toisaalta on hyvä mainita, että näiden välineiden käyttäminen oli oppilaille vastaavasti erittäin luontevaa ja niiden hyödyntäminen opetuksessa loi myös uusia ulottuvuuksia opetuksen toteutukseen. Hyvänä esimerkkinä voidaan mainita tähtitaivaan tarkasteleminen iPadista löytyvän sovelluksen avulla.

Oppitunnin toteutuksen kannalta erilaiset tekniset murheet olivat ikävimpiä. Esimerkkinä voidaan mainita vesirakettien laukaisemisessa kohdatut vaikeudet, mikä sisälsi sekä osien rikkoutumista pakkasessa että osien kadoksiin joutumista varastoinnin yhteydessä. Siksi vesiraketeilla toteutettavaksi suunniteltujen kokeiden aikataulu petti kokonaan ja kokeita varten piti varata ylimääräinen oppitunti.

Opetuksen toteutusvaiheessa teknisen työn osalta tapahtui selkeä virhe myös oppilaiden käden taitojen arvioinnissa. Oppilaiden tuli rakentaa vesiraketti opettajan opastuksella, jolloin muutamien oppilaiden kädentaidot ja työskentelyn oma-aloitteisuus eivät olleet toivotulla tasolla, ja vesirakettien rakentaminen suunnitellussa aikataulussa ei toteutunut. Vesirakettien rakentamiseen lisättiin lopulta kaksi ylimääräistä oppituntia. Lapset olivat erittäin motivoituneita rakentamaan ja käyttämään vesiraketteja, ja tämä oli tutkimuksen tekijöille ensimmäinen kerta, kun hyvästä motivaatiosta huolimatta oppilasryhmän kädentaitojen hyödyntäminen ei tapahtunut sujuvasti.

Omat haasteensa oppituntien pitämiseen toi joidenkin oppilaiden puutteelliset taidot pari- ja ryhmätyöskentelyssä. Erityisesti ongelmat näkyivät tieteellisen tutkimuksen toteutuksessa, missä tutkimuksen suorittaminen ja loppuraportin laatiminen toteutettiin pareittain. Ongelmat ryhmätyötaidoissa eivät olleet vain hetkellisiä, vaan jatkuivat läpi opetusjakson tietyillä pareilla. Ongelmat pari- ja ryhmätyöskentelyssä olisi kenties ollut mahdollista välttää hyödyntämällä luokan oman opettajan kokemusta työparien ja ryhmien muodostamisessa.

9.2 Oppilaiden antaman palautteen tarkastelu

Oppilaat antoivat palautetta tähtitieteen opiskelusta viikoilla neljä, kuusi ja kahdeksan. Kyselyn tarkoitus oli tehdä oppimisen itsesäätely näkyväksi opetusjakson aikana, ja ottaa seurannan tulokset huomioon seuraavien oppituntien suunnittelussa. Näin oppilaiden oli mahdollista vaikuttaa oppituntien sisältöön. Samalla tämä tarkoitti sitä, että jakson alussa kokeellinen opetussuunnitelma sisälsi vain projektin hahmon, ja tätä hahmoa muokattiin oppilaiden antaman palautteen perusteella. Viikolla neljä projekti oli juuri aloitettu, ja oppilailla oli palautetta antaessaan takana kolme oppituntia tähtitiedettä. Ensimmäinen tunti oli koko opetuskokeilun tärkein oppitunti, johdanto tähtitieteeseen, ja seuraavat kaksi tuntia olivat vesiraketin rakentamista

teknisen työn tunnilla. Taulukkoon 4 on koottu oppilaiden näkemykset siitä, mitä hyvää heidän mielestään tähtitiedeprojektin aloituksessa oli ollut. Oppilaiden vastauksissa oli runsaasti kirjoitusvirheitä, sillä ne kirjoitettiin käyttäen iPadin kosketusnäyttöä.

Taulukko 4. Kerro, mitä ajattelet eilen alkaneesta tähtitiedeprojektista. Mitä hyvää siinä on ollut sinun mielestäsi?

Oppilaiden kommentit

Se on hyvää, että saa tehdä parin kanssa ja sai ite valita parin.

Se on kiinnostavaa, esim: nämä planeetat.

Hyvää/hauskaa oli rakentaa vesiraketti.

Että saa nähdä mitä maailmalla tapahtuu

Aihe on ollut kiinnostava alusta alkaen

Se kuulosti hauskalta. Kaikki paitsi että ei ollut tekstiiliä.

Kaikki tähdet.

Siinä oli hyvää, kun saimme ajatuskarttaan paljon asioita kun aihe on kiinnostava.

Tähti tiede projekti oli ihan hyvä idea, koska meillä on siitä aiheesta 4 kuukauden päästä koe. 6) Hyvä asia oli projektissa se, että sitä oppii paljon tietoa.

Siinä on se vesiraketin tekeminen Olli hyvä.

Se on tosi kivaa opiskella tähtitiedettä. Se kun saamme tehdä vesiraketin

Siinä oli hyvää se että kun en tiedä kovin paljon tähtitieteestä paljon mitään niin on mukava oppia sitä ja se on jännittävääkin vähän.

Musta siinä raketin laukaiseminen tuntuu jännittävältä.

Ajatellen että tähtitiede projekti on ihan mukavaa.

että saa tietää enemmän tähtitieteestä.

Siinä oli parasta kun sai rakentaa vesiraketin.

Yllä olevan kysymyksen oli tarkoitus tehdä näkyväksi oppilaan oppimista projektin alussa (Ahonen et al., 2004, s. 54–57; Perry et al., 2007). Mitä asioita oppilaat nostivat esiin ja mitä lapset odottivat tulevalta opetusjaksolta? Projektin aloituksessa lapsia kiinnostivat erityisesti

vesiraketit, jotka mainittiin viidessä palautteessa. Vesiraketteja pidettiin hauskoina ja jännittävinä, mikä oli oppimisen kannalta hyvä lähestymistapa asiaan. Lisäksi oppilaita kiinnostivat planeetat ja tähdet, jotka molemmat mainittiin kerran. Tähtitiede yleisellä tasolla mainittiin viisi kertaa. Tämä voi tarkoittaa sitä, että opetusjakson sisältö ei ollut vielä avautunut lapselle, ja hän ei siten osannut nimetä projektin sisältä erityistä osa-aluetta.

Toinen kysymys koski alkaneen projektin sisältöjä, joista lapset eivät pitäneet. Myös tämän kysymyksen oli tarkoitus tehdä näkyväksi lapsen oppimista projektin alussa. Vastaukset on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Kerro, mitä ajattelet eilen alkaneesta tähtitiedeprojektista Onko siinä ollut jotain, mistä et ole pitänyt?

Oppilaiden kommentit

Siitä, että menetän siihen työhön 0,80 centtiä ja ne eivät enää ole palautettavissa kauppaan.

Tähän mennessä kaikki oli hauskaa, ei ollut mitään epämukavaa.

Pidin kaikesta tai en ainakaan keksi mitään mistä en pidä.

Ei ole ollut

Ei ole

Meillä ei ollut tekstiiliä.

Ei ole.

En pitänyt siitä, kun pullot eivät ole enää palautuskelpoisia

Pidin kaikista asioista projektissa

Ei oo ollut mitään mistä en pidä.

Ei ole ollut mitään mistä en ole pitänyt.

Ei ollut oikeastaan mitään mistä en pitänyt.

Oikeastaan ei.

olen pitänyt kaikesta.

ehkä poppletista johon piti laittaa tavoitteet en pitänyt paljoa mutta ihan hyvä:):):).

Siinä ei ollut mitään mistä en pitänyt.

Suurin osa lapsista ei keksinyt alkaneesta projektista mitään negatiivista. Kahta lasta harmitti palautuspullojen tuhoutuminen vesirakettien rakentelussa, ja yksi oppilas ei ollut motivoitunut kirjoittamaan tavoitteita tähtitiedeprojektille. Lisäksi yksi oppilas kaipasi tekstiilityön tunteja, eli kyseinen oppilas oli pettynyt tekstiilityön tuntien käyttämiseen tähtitiedeprojektissa. Normaalisti luokka olisi ollut jakautuneena teknisen työn ja tekstiilityön tunneille, mutta nyt kaikki oppilaat työskentelivät teknisen työn luokassa. Tekstiilityön tunnin perumisesta pettynyt oppilas toki rakensi toimivan vesiraketin ja oli erittäin motivoitunut tekemään sillä kokeita. Myöhemmin sama oppilas koki pettymyksen, kun hänen tekemänsä vesiraketti päätyi läheisen kerrostalon katolle, mistä sitä ei saatu pois.

Taulukkoon 6 on koottu lasten oppimismotivaatiota suoraan mittaavan kysymyksen vastaukset (Ahonen et al., 2004, s. 54–57; Perry et al., 2007). Motivaation kohde itse kertoo suoraan siitä, mitä lapsi haluaa tehdä. Tätä tietoa hyödynnettiin oppituntien sisältöjen täsmentämisessä opetuskokeilun aikana.

Taulukko 6. Mitkä ovat olleet sinulle kiinnostavimmat asiat tähtitiedejakson tässä osassa?

Oppilaiden kommentit

Se vesiraketti ja se parityö.

-Tähtitiedeprojektissa kiinnostavinta oli se, kun Iikka näytti meille iPadilla sen jutun (en tiedä, mikä nimi sillä olikaan) (Tutkijan kommentti: Stellarium)

Kiinnostavin asia on ollut vesiraketin rakentaminen.

No ei oikeen mit kää kun vain vesiraketti

Vesiraketin rakentaminen koska ei ole ollut muuta

Vesiraketin rakentaminen.

Kaikki planeetat.

Minua kiinnostavat avaruuden rajat ja se, onko muualla avaruudessa elämää.

Kiinnostavin asia projektissa oli vesi raketin rakentaminen.

Vesiraketin rakentaminen on ollut kiva.

Vesiraketin tekeminen.

No kiinnostavampia asioista mitä on ollut tässä prjoektissä niin oli se vesiraketti.

Tähtitaivaan katsominen. Raketin tekeminen ja laukaisu.

No että miten vesiraketti lentää.

minun kiinnostavimmat asiat tähtitiede projektissa on vesiraketin teko:).

Se että loppuuko avaruus ikinä ja onko muilla planeetoilla elämää.

Kaksitoista oppilasta kertoi kiinnostuneensa erityisesti vesiraketeilla tehtävästä työstä. Määrä on suuri 16 oppilaan luokassa. Opettajalle tämä tulos kertoo ainakin sen, että avaruusteknologia-osuuden olisi syytä onnistua, sillä muussa tapauksessa oppilasryhmässä olisi monta pettynyttä lasta. Tuloksen voi myös tulkita niin, että tekemällä oppiminen motivoi oppilaita teoreettista asian käsittelyä enemmän (Lindh, 2006, s. 104–105).

Stellariumin käyttö maailmankaikkeuden havainnollistajana kiinnosti kahta oppilasta, ja erityisesti planeetat mainitsi yksi oppilas. Avaruuden rajat ja se, onko muualla avaruudessa elämää, kiinnosti kahta oppilasta. Näitä aihepiirejä oli tarkoitus käsitellä myöhemmin kurssin aikana, joten näistä kahdesta palautteesta opettaja sai näkökulman asian käsittelyä varten. Li-

säksi opettaja oli miellyttävässä asemassa voidessaan opettaa aihetta, jonka tiesi kiinnostavan oppilaita.

Taulukkoon 7 on koottu lasten itselleen asettamia oppimistavoitteita tähtitiedejaksolle. Osion tavoitteena oli rakentaa luokkaan käytäntö, jonka mukaan lapsi pohtii opiskeltavaa asiaa omalta kannaltaan. Tämä on osa oppimisen itsesäätelyä (Perry et al., 2007). Opettajan tavoitteena oli oppilaan oppimistavoitteiden asettamisen muuntuminen automaatioksi, jolloin oppimisen itsesäätelyn kehittymistä on tosiasiallisesti tapahtunut. Luokassa, jossa opetuskokeilu tehtiin, tavoitteen asettelua harjoiteltiin jokaisen viikon viimeisellä tunnilla, mikä oli rutinoitumisen kannalta erittäin hyvä asia

Taulukko 7. Jatka lausetta: Tähtitiedeprojektissa haluan oppia _____ (Kerro kaikki tavoitteesi.)

Oppilaiden kommentit

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia tähdistä, planeetoista ja miten tehdään vesiraketti joka lentää hyvin.

-Haluan oppia tähtitieteessä: (TAVOITTEET): 1. Muistaisin kaikki planeetat. 2. Oppisin jotain lisää ja enemmän tähtitieteestä.

Haluan oppia enemmän planeetoista. En keksi muuta.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia kaikki tähdet.

Tähtitiedeprojektissa haluan saada vesiraketin lentämään suoraan ja saada hyvä loppu raportti

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia raketeista.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia kaikki ne viivat jotkanäky siinä kuvassa. (Tutkijan kommentti: Planeettojen radat Stellariumissa)

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia lisää asioita avaruudesta. en mitenkään .

Hallun oppia laukausta vesiraketin.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia miten tehdä vesiraketti.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia tähdit sen että miten niitä tunnistetaan ja kun avaruudessa olevat maat näyttävät tähdiltä niin haluaisin oppia miten/mistä voi tietää mistä kohdassa ne ovat taivaalla.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia kuinka korkealle raketti lentää, mitä muuta avaruudessa on ja muuta.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia mitkä ovat kaikkien planeettojen nimet. Ja tavoitteet ovat että haluan saada enemmän tietoa tähtitieteestä tämän projektin aikana.

tähti tieteessä haluan oppia planeetoista, aurinkokunnista, linnunradoista, ja kuusta.

Tähtitiede projektissa halusin oppia enemmän tähti tieteessä.

Taulukosta 7 nähdään, että tavoitteenasettelussa tähtiin ja planeettoihin liittyvä oppiminen oli etusijalla, ja lisäksi vesiraketteihin liittyvä suorittaminen mainittiin useasti. Suoritustavoitteisiin oli lisätty myös laadullisia määreitä kuten suoraan lentävä vesiraketti ja hyvin lentävä raketti. Oppimis- ja suoritustavoitteen välimuoto on planeettojen nimien muistaminen ja hyvä loppuraportti. Selkeitä oppimistavoitteita ovat planeettojen ratojen hahmottaminen Stellarium-ohjelmassa, ja planeettojen ja tähtien tunnistaminen taivaalla. Ainoastaan yksi tavoite oli jäsentymätön, eli tavoite oppia enemmän tähtitiedettä. Kokonaisuutena tavoitteen asettelu onnistui riittävän hyvin, sillä tällaisten tavoitteiden pohjalta oppilas pystyi orientoitumaan tulevaan oppimiseen. Tavoitteenasettelussa näkyi oppilaiden rutinoituminen, sillä kokeiluluokka oli ehtinyt harjoitella tavoitteenasettelua UBIKO-projektissa yhden lukukauden ajan ennen tämän opetuskokeilun alkua. UBIKO-projektissa kerättiin palaute kaikesta oppimisesta, mitä luokassa oli viikon aikana tapahtunut. Esitetyt kysymykset ja tähtitieteen opetusjaksoon liittyvät vastaukset on koottu taulukkoon 8.

Taulukko 8. Yleiset kysymykset viikolle 4

-
1. Mainitse 2–3 asiaa, joita opit kuluvalle viikolla
 2. Missä asioissa sait päättää, mitä opiskelit, vai opiskelitko aina samaa kuin muut?
 3. Mitä asioita sinä halusit oppia tällä viikolla?
 4. Miksi sinä halusit oppia niitä asioita, joista juuri kerroit?
 5. Miten sinä autoit itseäsi oppimaan?
-

1. tekemään vesiraketin.

1. opin tekemään vesiraketin.

Opin tällä viikolla rakentamaan vesiraketin se oli aika helppoa. Halusin oppia rakentamaan vesiraketin, koska en tiennyt miten vesiraketti rakennetaan.

1. tähtitiedettä, vesirakettien rakentamista.

1. Opin miten vesiraketti laukeaa ja miten se toimii

3. Halusin tällä viikolla oppia tekemään vesiraketin, koska se vaikutti kiintoisalta ja olikin kiintoisa.

1. Opin rakentamaan vesiraketin. 3. Vesiraketin, koska halusin tietää miten se rakennettiin ja minkälainen on oma tekemä vesiraketti.

2) Tähti tiede projektissa sain päättää mitä tavoitteita minä teen. 3) Halusin oppia tällä viikolla tähti tieteestä enemmän, koska en tiennyt vielä kovin paljoa tähti tieteestä.

1. Minä oppin tällä viikolla tekemään vesiraketin teknisessä

3. Minä halusin oppia tähtitiedettä, koska tähtitiede on kivaa.

1. Opin tällä viikolla tekemään vesiraketin,

Halusin oppia rakentamaan rakettia. Koska mielestäni se oli jännittävää.

1. opin vesiraketeista.

1. Tällä viikolla opin rakentamaan vesiraketin, ja tähtien nimiä. 3. Halusin oppia tällä viikolla rakentamaan vesiraketin. Ja tähtien nimiä. 4. Koska en osannut niitä.

Yhteensä 14 oppilasta mainitsi yleispalautteessa tähtitiedeprojektin. Asia oli siis kiinnostanut lapsia. Miltei kaikilla lapsilla kiinnostuksen herätti vesirakettien rakentaminen ja käyttö. Viikolla kuusi tieteellisen tutkimuksen opetuskokeilu oli puolella välissä. Vesiraketit oli raken-

nettu, niiden toimivuus oli testattu ja ensimmäiset avaruusteknologiaosion kokeet oli tehty. Teoriataustaa oli rakennettu tutustumalla vuorokauden- ja vuodenaikoihin, kuukauteen ja aurinkokunnan rakenteeseen. Tähän oli käytetty yhteensä yksitoista oppituntia. Taulukkoon 9 on koottu lasten oppimiskokemuksia opetuskokeilun puolella välissä. Tavoitteena oli oppimisen näkyväksi tekeminen.

Taulukko 9. Tähtitiedeprojekti on nyt puolella välissä Mitä hyvää siinä on ollut sinun mielestäsi?

Oppilaiden kommentit

Se, että se lensi ilmaan ja ei räjähtäny.

Ne ovat kiinnostavia, ja haluaisin oppia enemmän

Siinä on oppinut jotain planeetoista.

että siinä saa itse ampua kun toiset kattoo

Rakennella jotain

Mielestäni hyvää on ollut kiinnostavuus.

Sai ampualisää raketteja.

Tehdä vesiraketti.

Siinä ei ole ollut oikeen mitään hyvää kun se kun ammuimme ne.

Siinä on ollut hyvää, kun laukaistiin raketteja.

Minusta siinä on ollut hyvää se että on oppinut tähtitiedettä.

se oli hauskaa ampua raketteja.

Tähtitiede projektissa on ollut mielestäni hyvää rakettien ampuminen ja tutkiminen.

Kaksi oppilasta nimesi työskentelyn kiinnostavaksi ilman perusteluja. Yhdeksän oppilasta korosti tekemistä (erityisesti vesirakettien laukaisu) projektin hyvänä puolena. Tämä vahvistaa aiempaa havaintoa tekemällä oppimisen tärkeydestä osana lapsen oppimisprosessia. Lisäksi oppilaat mainitsivat opetuskokeilun hyvinä puolina kerran planeetat, tähtitieteen ja tutkimisen. Taulukkoon 10 on koottu negatiivisia oppimiskokemuksia. Myös nämä vastaukset tekevät näkyväksi oppimista ollen hyödyllisiä opettajan oman toiminnan ohjauksessa.

Taulukko 10. Tähtitiedeprojekti on nyt puolessa välissä. Onko siinä ollut jotain, mistä et ole pitänyt?

Oppilaiden kommentit

Se, että se vesiraketti ei lentäny ihan suoraan.

Tähän mennessä, ei ole ollut mitään sellaista mistä en pitää.

Olen pitänyt kaikesta tähän asti.

ei ole ollut

Ei ole

En pitänyt siitä, kun olin pois.

Ei ole ollut.

Ei ole.

Ei ollut.

Ei ole ollut josta en tykännyt.

ei ole.

niistä tavoitteiden laittamisesta.

Siinä ei ole ollut mitään mistä en ole pitänyt.

Viikon neljä palautteen tapaan negatiivisia tekijöitä on vähän tai niitä ei osattu nimetä. Yhtä oppilasta harmitti hänen tekemänsä vesiraketin huono laatu. Sitä ei voitu epävakauden vuoksi käyttää kokeiden tekoon. Oppilaille tarjottiin mahdollisuutta uusintatestaukseen, minkä ehtona oli vesiraketin parantelu kotona. Yksikään oppilas ei kuitenkaan tarttunut tähän tarjoukseen. Lisäksi tavoitteen asettelu ei edelleenkään innostanut yhtä oppilasta.

Motivaatiota mittaavan kysymyksen vastaukset on koottu taulukkoon 11. Viikolla neljä oppilaat odottivat vesirakettien käyttöä, ja tällä perusteella tutkijat olettivat, että vesirakettien käyttö dominoisi vastauksia viikolla kuusi saatavasta palautteesta. Siksi oppilaita kehoitettiin kirjoittamaan myös muista aiheista kuin vesirakettiin liittyvistä asioista.

Taulukko 11. Mitkä ovat olleet sinulle kiinnostavimmat asiat tähtitiedejakson alkuosassa?

Oppilaiden kommentit

Auringon pimennys, kuunpimennys ja miten painovoima vaikuttaa maapalloon.

Planeetat ja jotkut tähdet

Vesiraketin tekeminen.

raketinvalmistaminen

Rakentelu

Mielestäni vesiraketit ovat olleet kiinnostavia.

kuun pimennys ja auringon pimennys.

Vesiraketin teko.

Fyken tunneilla kun on kerrottu tähdistä ja muista jutuista avaruudesta.

Miten korkealle raketti lentää ja miten se lentää.

Se oli kiinnostavaa miten vesiraketti lensi.

kuun vaiheet

Kiinnostavat asiat oli se että onko muilla planeetoilla elämää.

Yksi oppilas oli huomannut, että hänen edellisessä palautteessaan toivomansa asia, elämä muualla maailmankaikkeudessa, oli käsitelty oppitunnilla. kuun- ja auringonpimennyksen mainitsi kaksi oppilasta, sekä kuun, planeetat ja tähdet kolme oppilasta. Painovoiman vaikutuksen maapalloon mainitsi yksi oppilas, ja näin jäsentyneen ilmaisun taustalla on nähtävissä myös aihepiirin oppimista. Seitsemän oppilasta kolmestatoista oli kiinnostunut erityisesti vesiraketeista, ja oppiminen näkyi palautteen muotoiluissa (kuinka korkealle raketti lentää tai kuinka raketti lentää). Seuraavaksi oppilasta pyydettiin arvioimaan omaa työskentelyä viikon neljä oppimistavoitteiden pohjalta. Kysymyksen tavoitteena oli kohdistaa lapsen huomio oman oppimisprosessin säätelyyn (Perry et al., 2007). Tulokset on koottu taulukkoon 12.

Taulukko 12. Tähtitiedeprojekti on nyt puolessa välissä. Työskenteletkö aiemmin asettamasi tavoitteen mukaisesti (Tarvittaessa katso viikolla 4 antamastasi palautteesta kohta 9)? Miten tämä ilmenee (valinnat, opiskelutavat, läksyt)?

Oppilaiden kommentit

En.

Olen, mutta joitakin tavoitteita en ole itse saavuttanut

Olen työskennellyt.

työskenteleminen

Joo

Sitä ei ole kommentoitu, mutta tavoitteiden mukaan työskentely ei ole onnistunut.

Tutkimme aivan eri asioita. (Tutkijan kommentti: oppilasta kiinnostivat avaruuden rajat ja elämä avaruudessa)

en muista aiemmin esittämäni tavoitetta.

Kyllä.

En ole.

Olen ainakin osittain.

Työskentelin.

työskentelen yleensä.

Olen työskennellyt tavoitteideni mukaisesti.

Kahdeksan oppilasta oli työskennellyt omien tavoitteidensa mukaisesti, ja neljä ei ollut työskennellyt. Yhden oppilaan vastauksesta ”työskenteleminen” ei voi päätellä, kumpaan ryhmään hänet tulisi luokitella. Valitettavasti moni oppilas ei vastannut kysymykseen miten tämä ilmenee, ja siksi isosta osasta vastauksia ei voi päätellä, mitä tavoitteen mukainen työskentely tai tavoitteesta piittaamaton työskentely tarkoittaa. Muutama vastaus kuitenkin sisälsi perustelut. Yksi oppilaista ei muistanut tavoitetta ja ei siksi ollut noudattanut sitä. Toinen oppilas ei ollut saanut oppitunneilla tietoa kaipaamastaan asiasta, elämästä maailmankaikkeudessa. Tämä oppilas oli valitettavasti poissa koulusta juuri silloin, kun asiaa käsiteltiin luokassa, ja opettaja ei ollut ottanut tätä seikkaa huomioon opetuksen jaksosuunnitelmassa. Oppilaita pyydettiin myös

täydentämään tai muuttamaan aiempaa oppimistavoitetta. Uudet oppimistavoitteet on koottu taulukkoon 13.

Taulukko 13. Tähtitiedeprojekti on nyt puolessa välissä. Päivitä oppimistavoitteesi jatkamalla lausetta: Tähtitiedeprojektissa haluan oppia ymmärtämään/selittämään_____ (Kerro kaikki tavoitteesi. Jos vanha oppimistavoitteesi on voimassa, kirjaa se tähän uudelleen.)

Oppilaiden kommentit

Tähtitiede projektissa haluan oppia selittämään miksi maapallo liikkuu keskikoisessa ympyrässä ja saada tähtitiede projekti hyvin valmiiksi.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia selittämään planeetoista, esim. onko siellä kuuma/kylmä, onko se kaasuplaneetti ja jne.

Haluan oppia jotain planeetoista ja haluan oppia selittämään auringon pimennyksestä.

haluan oppia selittämään miten raketti rakennetaan ja ammutaan

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia selittämään mitkä tekiät vaikuttavat raketin lentoon ja ymmärtämään tähtitieteestä enemmän

Haluan oppia luettelemaan aurinkokuntamme kaikki planeetat.

Tähti tiede projektissa haluan oppia ymmärtämään että mistä tietää että kasvaakokuu vai pieneneekö se ja haluan oppia selittämään kuun pimennyksen.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia ymmärtämään tähtitieteestä enemmän.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia ymmärtämään avaruudesta.

Tähtitiede projektissa haluan oppia selittämään miten raketti lentää.

Tähtitiedeprojektissa haluan oppia ymmärtämään/selittämään montako planeettaa on.

tähtitiede projektissa haluan oppia selittämään maan radan kallistuman.

Tähtitiede projektissa haluan oppia muistamaan planeettojen nimet.

Oppimistavoitteissa mainittiin planeettojen radat, sisä- ja ulkoplaneettojen erot, auringon- ja kuunpimennys, kuun vaiheet, vesiraketin teko, laukaisu ja lentoon vaikuttavat tekijät, planeettojen nimet, sekä maan radan (akselin?) kallistuma yhden tai useamman kerran. Kyseiset asiat

sisältyivät kokonaisuudessaan aiemmin opetettuihin sisältöihin. Niitä ei otettu uusien oppituntien aiheiksi, vaan seuraavilla tunneilla keskityttiin saattamaan jäljellä olevat aihepiirit päätökseen. Kyseiset asiat sisältyivät kokonaisuudessaan jo opetettuun asiaan. Asian voi tulkita siten, että oppimistavoitetta asettaessaan lapset pohtivat omaa jo tapahtunutta oppimistaan ja halusivat oppia lisää kiinnostavaksi kokemistaan asioista.

Taulukossa 14 on koottuna UBIKO-projektin yleisiin kysymyksiin tähtitieteen osalta annetut kommentit. Tähtitiedeprojekti mainittiin vain neljässä palautteessa kolmestatoista, joten projektin puolivälissä lasten kiinnostus ei suuntautunut merkittävässä määrin juuri tähtitieteeseen.

Taulukko 14. Yleiset kysymykset viikolle 6.

1. Mainitse 2–3 asiaa, joita opit kuluvalle viikolla
2. Missä asioissa sait päättää, mitä opiskelit, vai opiskelitko aina samaa kuin muut?
3. Mitä asioita sinä halusit oppia tällä viikolla?
4. Miksi sinä halusit oppia niitä asioita, joista juuri kerroit?
5. Miten sinä autoit itseäsi oppimaan?
3. Halusin oppia lisää tähtitieteestä, koska ne ovat kiinnostavia
1. Tällä viikolla opin planeettojen nimiä.
1 vesiraketin ammuttaa ja sen täyttää
1. opin enemmän tähtitieteestä,

Viikon kahdeksan lopussa tähtitiedeprojektia oli takana 19 oppituntia, ja jäljellä oli enää projektin esittely muille oppilaille. Oppilaat olivat tutustuneet maailmankaikkeuden rakenteen perusteisiin ja tästä asiasta oli suoritettu kirjallinen koe. Raketeilla oli tehty kokeet, tulokset oli analysoitu, selitetty ja kirjoitettu esitelmän muotoon, sekä kolmiomittausta oli kokeiltu. Oppilaan oppimista selvittävän kysymyksen tulokset on koottu taulukkoon 15.

Taulukko 15. Tähtitiedeprojekti on nyt lopussa. Mitä hyvää siinä on ollut sinun mielestäsi?

Oppilaiden kommentit

Se, että minä tiedän miten raketti rakennetaan.

Se on ollut kiinnostavaa puuhaa, ja haluaisin oppia lisää!

Siinä on oppinut uutta avaruudesta.

No hyvä opettaja

Kaikki on ollut kivaaa

Vesiraketit.

Kaikki planeetat.

Mielestäni hyvää on ollut, että projektin on toiminut ihan hyvin.

Olen ainakin oppinut enemmän avaruudesta.

Se että oli kiva ampua raketit.

On jotain.

Hyvää ei ole ollut kovin paljoa.

On ollut kiva laukaista vesiraketteja.

niitten kokeiden tekeminen

Siinä oli hyvää se että oppi uusia asioita ja se oli kivaa.

Seitsemän oppilasta oli pitänyt projektista kokonaisuudessaan, esimerkiksi ”projekti on toiminut ihan hyvin”. Erityistä syytä työskentelystä pitämiseen ei kuitenkaan mainittu. Yksi oppilas ei ollut pitänyt työskentelystä (”Hyvää ei ollut kovin paljoa”). Myöskään tässä syytä ei mainittu, mutta tutkimuksen tekijä muistaa palautteen antajan tehneen projektin kokeellisen osion parityöskentelynä, joka ei toiminut. Palautteen antaja vastasi työn tekemisestä, ja toinen osapuoli oli paikalla vain fyysisesti. Parityöskentelyä ohjattiin oppituntien aikana, mutta tämä pari ei onnistunut kohtaamaan toisiaan toivotulla tavalla. Ryhmätyövaikeudet voivat olla syynä negatiiviseen palautteeseen. Neljä oppilasta mainitsi vesiraketit positiivisen suhtautumisen perustana, kolme oppilasta oppimisen avaruudesta ja planeetoista, ja yksi oppilas oli pitänyt opettajasta. Seuraavaan taulukkoon on koottu oppimista häiritseviä tekijöitä.

Taulukko 16. Tähtitiedeprojekti on nyt lopussa. Onko siinä ollut jotain, mistä et ole pitänyt?

Oppilaiden kommentit

Siitä, että me ampuimme raketteja liian vähän.

En pitänyt siitä raportin tekemisestä, ja enkä haluaisi esittää sitä.

Ei ole

Ei ole ollut

Ei ole

Edelleenkin se kun vesirakettini lensi kerrostalon katolle.

Ei.

En pidä siitä, että kaikki eivät ehdi esittää hyppteesiaan.

Ei ole ollut.

Se että ei päästy välitunnille heti kun kellot soi.

Ei ole ollut mitään sellaista josta en ole pitänyt.

No mistä en pitänyt on ollut se kun matikantunneilla on pidetty tähtitiedeprojektia.

Ei ollut mitään josta en pitänyt.

Tulosten laskeminen

Siinä ei ollut mitään mistä en pitänyt.

Palautteen antoi 15 oppilasta, joista kahdeksalla ei ollut mitään negatiivista sanottavaa. Kaksi oppilasta ei ollut pitänyt joko tulosten laskemisesta tai matematiikan tunnin käyttämisestä vesirakettikokeiden tulosten laskemiseen. Tässä voi olla taustalla motivaatio oppia muita matematiikan sisältöjä kuin desimaalilukujen kertomista. Omien tulosten esittäminen arvelutti yhtä oppilasta, ja toisaalta toista oppilasta haittasi epävarmuus siitä, saako hän esittää omaa hyppteesiaan muille. Tämä johtuu siitä, että samaa aihetta tutki kaksi työparia, ja arpa tulisi ratkaisemaan palautteenantoa seuraavalla viikolla esiintyvät parit. Yhtä oppilasta vaivasi tuntien venyminen välitunnin puolelle. Tässä oli kyse opettajan osaamattomuudesta, sillä aikatauluista kiinni pitäminen oli opettajan vastuulla. Vesiraketin menettäminen harmitti edelleen yhtä oppilasta ja liian vähäinen määrä rakettien ampumista toista. Tämän negatiivisen asenteen taustalla voi kuitenkin nähdä positiivisen asenteen koko projektia kohtaan. Nämä oppilaat olisivat

halunneet työskennellä enemmän. Taulukossa 17 on koottuna koko projektin ajalta oppimis-motivaatiota synnyttäneet tekijät.

Taulukko 17. Mitkä ovat olleet sinulle kiinnostavimmat asiat tähtitiedejakson aikana?

Oppilaiden kommentit

Raketin ampuminen ja raketin rakentaminen.

Planeetat ovat olleet kiinnostavia ja se kuu-tunti, missä opiskeltiin kuusta.

Vesiraketti kokeet.

No kun sai päättää mitä opiskeli

En osaa sanoa kaikki on ollut kiinnostavaa

Vesiraketit.

Tähdet.

Mielestäni projektissa kiinnostavinta on ollut vesirakettien laukaisu.

Kuun vaiheet ja planeetat.

Rakettin ampuminen.

Ei kovin mikään paitsi planeetat.

Se kun ammuimme raketteja.

Kiinnostavimmat asiat olivat astronautti ja satelliitti jutut.

raketin laukaisu

Mulle kiinnostavimmat asiat oli aurinko tai kuu.

Viidentoista oppilaan joukosta raketin laukaisun mainitsee kiinnostavimmaksi asiaksi seitsemän oppilasta. Erityisesti teoriaosuudesta oli kiinnostunut kuusi oppilasta. Kiinnostavia aiheita olivat planeetat, kuu, tähdet, aurinko, astronautit ja satelliitit. Tämä on mielenkiintoinen tulos, sillä projektin alussa tekemällä oppiminen dominoi motivaation lähteenä, mutta projektin lopussa teoriaosaaminen nousi sen rinnalle. Projektin alun positiivinen asennoituminen vesirakettien ampumista kohtaan siis laajeni koskettamaan koko loppuprojektia. Tässä voi olla kyse siitä, että muun muassa UBIKO-projektissa oppimisen itsesäätelyn taitoihin oli kiinnitetty luokassa runsaasti huomiota. Näin itsesäätelyn taidot olivat kehittyneet oppilasryhmässä sille tasolle, että oppiminen itsessään toimi motivaation lähteenä. Näin tähtitieteen oppiminen te-

hostui ja projektin lopussa lapset iloitsivat myös teoriaosaamisen. Yksi oppilas iloitsi erityisesti siitä, että oli voinut riittävässä laajuudessa päättää opetuskokeilun aikana oman opiskelunsa sisällöstä. Tässä palautteessa ilmeni oppimisen itsesäätelyn taitojen kehittyminen tiedostavalle tasolle.

Oppilaita pyydettiin vielä kerran tarkastelemaan oppimistavoitteitaan, ja pohtimaan, olivatko he työskennelleet tavoitteensa suuntaisesti. Tulokset on koottu taulukkoon 18.

Taulukko 18. Kirjaa oppimistavoitteesi tähän (Tarvittaessa katso viikolla 6 antamastasi palautteesta kohta 9). Työskentelitkö asettamasi oppimistavoitteen mukaisesti? Miten tämä ilmenee (Esimerkiksi valinnat, opiskelutavat, läksyt)?

Oppilaiden kommentit

En. en muistanut niitä välttämättä kokeessa.

Saavutin oppimistavoitteen osittain. Opiskelin planeetoista fyken-kokeen harjoittelun jälkeen.

Halusin oppia jotain planeetoista ja selittämään auringon pimennyksestä

Opiskelutavat

Työskentelin tavoitteiden mukaan

Olen oppinut raketeista paljon joten noudatin oppimistavoitettani.

Työskentelin.

Oppimistavoitteeni oli osata lietella kaikki aurinkokuntamme planeetat. Osaan sen nyt. Tavoitteiden mukaan työskentely onnistui. Haluan saada hyvän numeron FYKE:n kokeesta.

viikko kutosessa ei ollut mitään merkintöjä tuosta aiheesta.

Olli se että saada raketi valmiiksi.

Tavoitteeni on onnistunut.

Tavoite on osittain tehty mutta en kyllä ihan vielä ymmärrä kaikkea.

Tavoitteet viikolla 4. Kyllä.

Toimin se näkyy projektissa.

Olen työskennellyt tavoitteeni mukaisesti. Ja tein kaikki läksyt...

Viidestätoista oppilaasta 13 oli pääosin tyytyväinen omaan työskentelyynsä. Itsevarmimmasta päästä oli kommentti ”Toimin, se näkyy projektissa”. Lisäksi yksi oppilas kertoo opiskelleensa planeettoihin liittyvää asiaa vielä tähtitieteestä pidetyn kokeen jälkeen, mikä on esimerkki jäsentyneestä ja motivoituneesta opiskeluorientaatiosta.

Kaksi oppilasta suhtautui pääasiassa kielteisesti työskentelyynsä. Toinen heistä kiersi kysymyksen toteamalla: ”viikko kutosessa ei ollut mitään merkintöjä tuosta aiheesta” ja toinen arveli, että osaamistavoite ei näkynyt kokeen suorittamisessa. Kokonaisuutena lapset suhtautuivat omaan toimintaansa varsin myönteisesti. Taulukkoon 19 on koottu viikon kahdeksan UBIKO-projektissa kerätyt maininnat tähtitieteen osalta.

Taulukko 19. Yleiset kysymykset viikolle 8.

-
1. Mainitse 2–3 asiaa, joita opit kuluvalle viikolla
 2. Missä asioissa sait päättää, mitä opiskelit, vai opiskelitko aina samaa kuin muut?
 3. Mitä asioita sinä halusit oppia tällä viikolla?
 4. Miksi sinä halusit oppia niitä asioita, joista juuri kerroit?
 5. Miten sinä autoit itseäsi oppimaan?
-

3. Halusin oppia lisää fyken-jutuista, koska, pärjäisisin hyvin fyken kokeessa.
(mutta fyken-koetta ei ole enää tällä viikolla, fyken koe oli keskivaikea)

1. Opin tähtitiedettä

1. Opin tällä viikolla raketti matikkaa ja tulosten selittämistä.

3. Halusin oppia planeettojen järjestyksen, koska mielestäni se on yleissivistystä.

Tähtitiedessä halusin oppia selittää tähteistä, koska tähtien selitys on myös vaike.

Opin tällä viikolla planeettojen järjestyksen. Sain päättää minkälaisen esityksen teen vesirakettejen projektista. Halusin oppia planeettojen järjestykset, koska sitä tarvittiin kokeessa ja siitä voi olla hyötyä tulevaisuudessa

fykessä kaikkien planeettojen nimet. Halusin oppia planeettojen nimet, koska ne kysyttiin fyken kokeessa. Autoni itseäni oppimaan että keksin niistä planeetoista laulun ja treenasin niitä.

Seitsemän oppilasta 15 oppilaan joukosta mainitsee tähtitieteen yleispalautteessa. Rakettimatikka ja tulosten selittäminen kertoo asian ymmärtämisen edistymisestä. Tähtitieteen kokeeseen liittyen kolme oppilasta nosti esiin planeettojen nimien oppimisen. Opettaja ei korostanut tätä asiaa opetuksessaan, ja planeettojen nimiä koskeva koekysymys oli vähällä karsiutua pois koepohjasta, sillä kysymys ei varsinaisesti mittaa osaamista vaan ulkomuistia. Tehtävään liittyvä havainnollinen kuva oli lopulta syy, minkä vuoksi asiaa kysyttiin oppilailta. Toisena perusteluna oli nimen antaminen asioille. Planeetoista on helpompi puhua, kun tietää niiden nimet. Planeetoista kertovan laulun keksiminen ja harjoittelu on esimerkki opiskelumotivaatiosta ja omista oppimisstrategioista.

9.3 Koe tähtitieteestä

Edmodossa annetun palautteen perustella lapset kokivat vesiraketeilla tehdyn työn hauskaksi ja jännittäväksi. Opetusjakson lopussa positiivinen asennoituminen oli laajentunut kattamaan koko opiskeltavan asian, mikä on oppimisen itsesäätelyn taitojen ilmenemistä lasten antamassa palautteessa. Oppimisen taitojen kehittyminen näkyy menestymisenä jakson lopussa pidetyssä tähtitieteen kokeessa, jonka keskiarvo oli 8,97.

Kokeen pohjaksi valittiin keskimäinen vaihtoehto Pisara-kirjasarjan kolmen tasoisista kokeista. Koska maapallon rakenteen nimeämistä käsittelevä tehtävä korvattiin vesirakettien koe-tulosten tulkintaa edellyttävällä tehtävällä, koe muuttui tasoltaan vaativammaksi. Siksi kokeen keskiarvoa 8,97 voi pitää erinomaisena tuloksena. Kokeessa menestyivät aiempaa fysiikkakemian osaamista paremmin 15 oppilasta luokan 16 oppilaasta. Eniten koenumeroa paransivat oppilaat, joilla oli muuten oppimis- ja motivaatiovaikeuksia koulussa. Kokeen korkean keskiarvon vuoksi hyvin menestyvien oppilaiden parantuneita oppimistuloksia ei kuitenkaan voinut havaita, joten ei voida väittää opetuksen hyötyjen kohdentuvan vain oppimis- ja motivaatiovaikeuksia omaaville oppilaille.

Selittäviä tekijöitä hyvälle oppimistuloksille ovat ainakin oppimisen itsesäätelytaidot. Kun oppiminen oli hauskaa, niin tämä paransi oppimistuloksia. Toiseksi opettaja tiesi oppilaiden Edmodossa antaman palautteen perusteella, mitä he halusivat oppia, ja tämä otettiin opetuk-

sessä huomioon. Opettajalle itselleen oli mukavampi opettaa asioita, joita tiesi ainakin jonkun lapsen haluavan oppia, ja tämä saattoi näkyä positiivisuutena opetustuokiossa ja näin mahdollisesti tukea kaikkien oppilaiden oppimista.

10 POHDINTA

Tässä työssä opetettiin viidennen luokan oppilaille tähtitiedettä pyrkien edistämään oppimisen itsesäätelytaitojen kehittymistä. Opetuskokeilu toteutettiin tieteellisen tutkimuksen muodossa. Opetusjakson rakenne on esitetty kuvassa 7 ja samalla sitä on verrattu tieteellisen työn tekemiseen.



Kuva 7. Kokeellisen tutkimuksen menetelmä ja sen toteutuminen tähtitieteen opetuksessa.

Opetuskokeilun yhtenä tavoitteena oli opettaa lapsille perusteita tutkimustyön tekemiseen. Tämä mahdollisti kokeiden ja asiatiedon yhdistämisen. Avaruusteknologian lisäksi tällaiseksi välineeksi käy moni muu kokeellista sisältävä opetus. Tutkimuksen tulosten kerääminen keskittyi kuitenkin oppimisen itsesäätelyn tarkkailuun, ja tieteellisen ajattelun kehittyminen

rajattiin pois aineiston keräämisestä. Tämä rajausta vähensi lapsiin kohdistuvaa kuormaa tehdä näkyväksi omaa oppimista.

10.1 Opetusjakso oppimisen itsesäätelyn kontekstissa

Oppimisen itsesäätelyä tuki väljä opetussuunnitelma, joka mahdollisti oppijan omien oppimistavoitteiden ottamisen huomioon. Tiukka opetussuunnitelma suuntaa opetusta liiaksi, jolloin lapsen tarpeiden huomioonottaminen on vaikeampaa (Perry et al., 2007). Väljä opetussuunnitelma tarvittiin opetusjakson pohjaksi, jotta toteutuvalla opetuksella olisi tavoite ja suunta. Opettaja esitti jakson keskeisimmät sisällöt oppilaille, ja tämä oli perusta oppilaan omien oppimistavoitteiden muotoilulle. Jatkossa opettaja otti nämä oppimistavoitteet huomioon oman opetustyön suuntaamisessa.

Opetuskokeilun osalta parannettavaa jäi niin opetusjakson suunnittelun kuin toteutuksen osalta. Jatkossa opetusjakson suunnittelussa tulisi kiinnittää enemmän huomiota eri aihepiirien läpikäymiseen käytettävään aikaan. Koska tutkimushypoteesin ymmärtäminen oli opetuksen keskeisiä tavoitteita, voitiin oppilaiden ongelmia tutkimushypoteesin määrittelyn ymmärtämisessä pitää opetuksen epäonnistumisena aihepiirin osalta. Hypoteesin käsitteen läpikäymiseen olisi pitänyt varata selvästi enemmän aikaa, sillä nyt hypoteesin merkitys avautui lapsille vasta tulosten raportointi-vaiheessa. Yllättävät ongelmat, kuten tekniikan pettäminen, voivat nopeasti romuttaa suunnitellut aikataulut. Tämän vuoksi opettajalla tulee olla kyky reagoida nopeasti hyvin yllättäviinkin ongelmiin. Toisaalta opetusjakson suunnittelussa oli liikkumavaraa, jotta sitä voitiin tarvittaessa muokata kohtaamaan oppilaiden mielenkiinnon kohteita. Opetusjakson suunnittelussa tulisi pyrkiä huomioimaan myös oppilaiden taidot ja lähtötasot paremmin. Nyt opetuksen suunnittelussa huomioitiin oppilaiden esittämät sisällölliset toiveet varsin hyvin, mutta toteutus vaati oppilailta muutamissa tapauksissa liian paljon. Sinänsä kiinnostaviin eksoplaneettoihin liitetty kolmiomittaustyö oli oppilaille vaikea.

Opetusjakson toteutuksessa tulisi välttää aihepiirien liian nopeaa käsittelyä. Oppimisen kannalta on hyödyllistä se, että käsiteltäviä aihepiirejä suhteessa käytettävään aikaan ei ole liikaa, jolloin kutakin aihepiiriä piiriä ehditään käsitellä riittävästi ja kiireettä. Nyt toteutetun opetus-

jakson aikana joidenkin oppituntien osalta käsiteltäviä aiheita oli liikaa, minkä vuoksi aiheiden käsittely jäi pinnalliseksi tai sitten oppitunnin sisältöä jouduttiin rajaamaan opetuksen aikana.

Opetusjakson suunnittelussa ja toteutuksessa oli tärkeää huomioida oppilaita kiinnostavia aiheita. Opetuksen toteutuksen aikana oli pyrittävä välttämään liian opettajakeskeistä opetusta ja annettava sijaa myös oppilaan omalle pohdiskelulle. Näin kehitettiin parhaiten oppilaiden omaa ajattelua ja motivaatiota. Hyvänä esimerkkinä oppilaiden omasta pohdiskelusta voitiin pitää vesiraketeilla tehtyjen kokeiden tulosten tarkastelua. Oppilaat itse pohtivat saamiaan tuloksia ja eroja niiden välillä. Oppilaat keskustelivat siitä, kuinka saman kokeen sisällä havaittu kokeiden tulosten hajonta johtuu mahdollisesti kokeen aikana vallinneesta tuulesta tai eroista rakettien välillä. Kaiken kaikkiaan opetusjakson suunnittelu- ja suoritussvaihe pyrkivät antamaan tilaa oppilaan omille oppimistavoitteille ja kohtaamaan nämä tavoitteet.

10.2 Opetuksen suuntaaminen oppilaan tavoitteiden mukaisesti

Oppilaat antoivat palautetta omasta tähtitieteen opiskelustaan viikoilla neljä, kuusi ja kahdeksan. Tavoitteena oli seurata lasten oppimista opetusjakson aikana, ja ottaa seurannan tulokset huomioon seuraavien oppituntien suunnittelussa. Samalla tämä tarkoitti sitä, että jakson alussa jaksosuunnitelma sisälsi projektin hahmon, ja tätä hahmoa muokattiin oppilaiden antaman palautteen perusteella. Esimerkiksi viikolla neljä kahta lasta kiinnostivat avaruuden rajat ja se, onko muualla avaruudessa elämää. Tätä aihepiiriä oli tarkoitus käsitellä myöhemmin kurssin aikana, joten näistä kahdesta palautteesta opettaja sai näkökulman asian käsittelyä varten. Lisäksi opettaja oli miellyttävässä asemassa voidessaan opettaa aihetta, jonka tietää kiinnostavan oppilaita. Projektin alussa kaksitoista oppilasta kertoi kiinnostuneensa erityisesti vesiraketeilla tehtävästä työstä. Määrä oli suuri 16 oppilaan luokassa. Tuloksen voi tulkita niin, että tekemällä oppiminen motivoi oppilaita teoreettista asian käsittelyä enemmän (Lindh, 2006, s. 104–105). Samalla kokeellisen työn tekeminen sujui suunniteltua hitaammin. Lisätunteja oli kuitenkin helppo käyttää tähän osaan työskentelyä, koska tieto työmuodon motivoivuudesta oppilaille oli olemassa.

10.3 Motivointi ja oppimistavoitteen asettaminen

Perryn mukaan omien oppimistavoitteiden mukaan työskentely lisää oppimismotivaatiota (2007). Ahonen ilmaisee asian toisin päin todeten tavoitteen asettamisen olevan tärkeä osa oppimista, sillä se tuo oppijan motivaation näkyväksi (Ahonen et al., 2004, s. 54–57). Opetus-harjoittelu tehtiin luokassa, joka on osallistunut UBIKO-projektiin syksystä 2012 alkaen. Tämän projektin yhteydessä lapset olivat harjoitelleet tavoitteen asettamista omalle työskentelylleen, ja tätä taitoa sekä hyödynnettiin että vahvistettiin tähtitieteen opetuskokeilun yhteydessä. Opetus aloitettiin esittämällä katsaus tähtitiedejakson keskeisimpiin sisältöihin, ja tältä pohjalta lapset laativat omat oppimistavoitteet koko jaksolle.

Projektin alussa tavoitteenasettelussa oli tähtiin ja planeettoihin liittyvä oppiminen mainittu useasti, ja lisäksi vesiraketteihin liittyvä suorittaminen toistui vastauksissa. Suoritustavoitteisiin oli lisätty myös laadullisia määreitä kuten suoraan lentävä vesiraketti ja hyvin lentävä raketti. Oppimis- ja suoritustavoitteen välimuoto oli planeettojen nimien muistaminen ja hyvä loppuraportti. Selkeitä oppimistavoitteita ovat planeettojen ratojen hahmottaminen Stellarium-ohjelmassa, ja planeettojen ja tähtien tunnistaminen taivaalla. Ainoastaan yksi tavoite oli jäsentymätön, eli tavoite oppia enemmän tähtitiedettä. Kokonaisuutena tavoitteen asettelu onnistui riittävän hyvin, sillä tällaisten tavoitteiden pohjalta oppilas voi orientoitua tulevaan opetukseen. Tavoitteenasettelussa näkyi oppilaiden rutinoituminen oppimistavoitteen asettamiseen, ja tämä osaaminen tuki selvästi tähtitieteen opetuksen toteuttamista. Tätä samaa tavoitteen asettamista on syytä harjoitella kaikissa perusopetuksen luokissa, mutta varsin todennäköisesti aloitus ei suju yhtä vaivattomasti kuin kokeiluluokassa.

10.4 Oppimistavoitteen arvioinnin, tarkentamisen ja uudelleenmuotoilun tukeminen

Opettajan tulee rohkaista oppijaa asettamaan riittävän haasteellisia oppimistavoitteita (Perry et al., 2007). Lapsella puolestaan on oikeus säädellä oppimisen haasteiden määrää. Jotta opettaja ja oppilas onnistuvat tässä tehtävässä, molemmat osapuolet tarkkailevat oppimista ja arvioivat tavoitteiden saavuttamista.

Projektin puolivälissä oppimistavoitteissa mainittiin planeettojen radat, sisä- ja ulkoplaneettojen erot, auringon- ja kuunpimennys, kuun vaiheet, vesiraketin teko, laukaisu ja lentoon vaikuttavat tekijät, planeettojen nimet, sekä maan akselin kallistuma yhden tai useamman kerran. Kyseiset asiat sisältyivät kokonaisuudessaan jo opetettuun asiaan. Asian voi tulkita siten, että oppimistavoitetta asettaessaan lapset pohtivat omaa jo tapahtunutta oppimistaan ja halusivat oppia lisää kiinnostavaksi kokemistaan asioista.

Projektin lopussa viidentoista oppilaan joukosta raketin laukaisun mainitsi kiinnostavimmaksi asiaksi seitsemän oppilasta. Erityisesti teoriaosuudesta oli kiinnostunut kuusi oppilasta. Kiinnostavia aiheita olivat planeetat, kuu, tähdet, aurinko, astronautit ja satelliitit. Tämä oli mielenkiintoinen tulos, sillä projektin alussa tekemällä oppiminen oli tärkein motivaation lähde, mutta projektin lopussa teoriaosaaminen nousi sen rinnalle. Opetuksen vaikuttavuuden kannalta tämä mielenkiinnon laajeneminen kokeellisesta työstä kohti asioiden ymmärtämistä oli hyvä asia. Toisaalta tutkiva oppiminen mahdollistaa asioiden syvällisemmän oppimisen. Siksi voidaan myös ajatella niin päin, että kokeileva työ oli mahdollistanut ymmärtämisen tasolle etenevän oppimisen ja tämä näkyi käsitteellisten aiheiden runsastumisena oppilaiden tavoitteen asettamisessa projektin lopussa. Kokonaisuutena oppilaiden asettamat tavoitteet olivat jakson alussa pääosin suoritustavoitteita ja jakson lopussa pääosin oppimistavoitteita. Lisäksi tavoitteet olivat jakson lopussa tarkempia kuin jakson alussa. Tämä voidaan tulkita oppilaiden kyvyksi työstää oppimistavoitettaan oppimista tukevaan suuntaan.

10.5 Merkityksellinen konteksti ja oppimisen itsesäätelyn ilmeneminen

Oppimista tukee asiasisältöjen rakentuminen merkitykselliseksi kokonaisuudeksi. Tässä tutkimuksessa tähtitieteen sisältöjä tarkasteltiin rakettiteknologiaa käsittelevän kokeellisen työn kautta. Oppilaiden palautteessa huomattiin ilmiö, jossa positiivinen tunne, mikä alun perin liittyi vesirakettien laukaisuun, laajeni koskemaan koko tähtitiedejakson opiskelua. Esimerkki tästä on rakettimatikan ja tulosten selittämisen mainitseminen projektin hyvinä puolina. Tutkimuksen tekijöiden mielestä tulosten käsittelyyn liittyvä matematiikka oli viidennen luokan oppilaille liian vaikeaa, ja se sivuutettiin opetuksessa lyhyellä maininnalla. Oppilaiden tehtä-

vänä oli laskea tuloksia käyttäen välineenä desimaaliluvuilla kertomista. Tällainen työskentely jää helposti kesken motivaation puutteen vuoksi, mutta kyseinen oppilas oli osannut iloita aiheesta. Tulosta voi selittää merkityksellisen kontekstin luomisella opittavalle asialle (Lindh, 2006, s. 19; Perry 2007). Tunnin aihe oli vaikea, mutta se liittyi merkitykselliseksi koettuun ilmiöön, raketin laukaisemiseen, jolloin oppilas halusi oppia sen.

Mielenkiinnon kohteet opetuskokeilun aikana vaihtuivat. Voi olla, että projektin alun positiivinen asennoituminen vesirakettien ampumista kohtaan laajeni koskettamaan koko loppuprojektia. Näin oppiminen tehostui ja projektin lopussa lapset iloitsivat koko osaamisestaan, mikä sisältää myös teoriaosaamisen. Tämä voidaan tulkita Perryn mukaan onnistuneen oppimisen itsesäätelyn ilmenemismuodoksi (2007). Oppilas on motivoitunut oppimisesta itsestään ja suuntaa oppimistavoitteitaan uusille alueille. Projektin lopussa seitsemän oppilasta oli pitänyt projektista kokonaisuudessaan, esimerkiksi ”projekti on toiminut ihan hyvin”. Neljä oppilasta mainitsee vesiraketit positiivisen suhtautumisen perustana, kolme oppilasta oppimisen avaruudesta ja planeetoista, ja yksi oppilas on pitänyt opettajasta.

10.6 Kenelle opetuskokeilu sopii

Tähtitieteen opetuskokeilussa opetuksen painopiste oli oppimisen taitojen opettamisessa. Työ sisälsi tekemällä oppimista ja teoreettista opetusta. Eräs oppilas hyötyi tähtitiedejakson opetuksesta erityisen paljon. Oppilas itse mainitsi tähtitieteen jokaisessa viikkopalautteessa, ja oli ainoa oppilas, jonka antama palaute käsitteli vain tähtitiedettä yhdellä projektiviikoista. Kyseessä on viikko neljä, ja tuolloin projektissa toteutettiin kolme oppituntia, joista yksi oli fyysikka-kemiassa johdanto tähtitieteeseen ja kaksi tuntia raketin rakentamista teknisessä työssä.

Tällä oppilaalla oli laaja-alaisia oppimisvaikeuksia, ja hän todennäköisesti tulee saamaan henkilökohtaisen opetuksen järjestelyä koskevan suunnitelman englannin kieleen. Oppimisvaikeuksien takia hän oli oppinut antamaan helposti periksi, ja tämä oli syynä esimerkiksi läksyjen tekemättä jättämiseen ja oppimista välttelevään asennoitumiseen oppitunneilla. Siksi tämän oppilaan innostuminen tähtitieteen opiskelusta oli myönteistä kehitystä.

Neljä muuta oppilasta olivat myös kiinnostuneita tähtitieteestä ja mainitsivat sen viikkopalautteessa melkein joka kerta. Yksi heistä oli luokan lahjakkaimpia oppilaita, mutta kolme muuta oppilasta kärsivät joko motivaatiovaikeuksista tai olivat omaksuneet oppimista haittaavan vetäytyvän ja vastuunottamista välttelevän aseman luokassa (Perry et al., 2007). Tämä ryhmä sijoittui tähtitieteen kokeessa aivan jakauman kärkipäähän, mikä kertoo sen, että oppimisvaikeudet eivät rajoita näiden lasten oppimista.

Kaksi muuta oppilasta olivat tunnilla aktiivisesti mukana, ja esittivät syvällisiä oppimista ilmaisevia huomioita. Ensimmäinen heistä pohti hypoteesien muotoilun yhteydessä, kuinka voidaan vastata kysymykseen, johon kukaan ei tiedä vastausta. Näin päästiin alkuun tutkimuksen kysymyksenasettelussa, mikä on keskeinen osa tieteen metodologiaa. Toinen oppilas puolestaan osasi sanallistaa koetuloksia ymmärrettävään muotoon. Nämä kaksi oppilasta menestyivät kokeessa selvästi tuntiosaamista heikommin. Syynä voi olla ilmaisuun liittyvä erityisvaikeus, esimerkiksi vaikeus tuottaa sisältöjä ilman ympäristön vihjeitä (Lehto & Service, 2002, s. 235–263). Tuloksen voi tulkita siten, että oppimisen itsesäätelyn taidot ovat tärkeitä kaikille oppijoille, mutta oppimiseen liittyviä erityisvaikeuksia ei voida sivuuttaa opetuksen suunnittelussa, vaan lapsen on saatava kaikki oppimisen vaatima tuki.

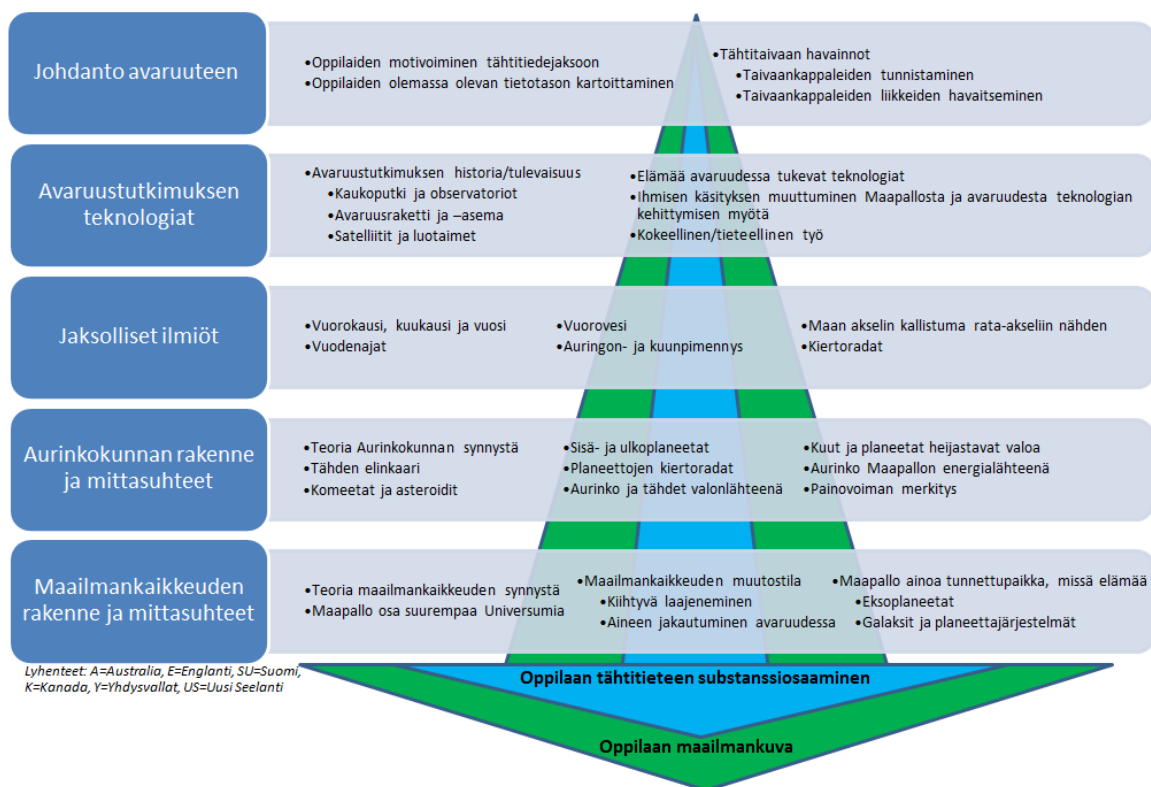
10.7 Tähtitieteen opetussuunnitelma

Tässä luvussa on kuvattu tähtitieteen opetussuunnitelma (TäOPS) viidennelle luokalle. Se perustuu kokeelliseen opetussuunnitelmaan ja sitä on tarkennuttu Oulun Normaalikoululla suoritettujen opetuskokeilujen perusteella. TäOPSin tavoitteena on opettaa lapsille oppimisen itsesäätelyn taitoja, tieteellisen tutkimuksen tekoa sekä tieteen ja teknologian liittymistä toisiinsa. Välineinä ovat tähtitieteen sisällöt, jotka eri maiden opetussuunnitelmissa on nähty arvokkaaksi opetettavaksi sisällöksi. TäOPSin päätavoitteiden mukaan:

- oppilaan tulee ymmärtää tieteellisen tutkimustyön periaatteet ja tutustua tutkimuksen eri vaiheisiin tutkimusprojektin muodossa.
- oppilaan tulee tiedostaa tieteen ja teknologian kytkeytyvän toisiinsa.

- oppilaan tulee harjoittaa oppimisen itsesäätelyn taitoja. Tämä sisältää oppimistavoitteiden asettamista, niiden mukaan toimimista sekä oppimistavoitteiden päivittämistä.
- oppilas laajentaa tietämystään ja käsitystään niin Aurinkokunnan kuin maailmankaikkeuden rakenteesta ja ymmärtää näiden olevan hitaassa muutostilassa.

Tähtitieteen opetus suunnitelman painopiste on oppilaan ajattelun taitojen kehittämisessä. Tavoitteena on Lakdawallan ilmaiseman toiveen mukaisesti painottaa lapsen kykyä ajatella kriittisesti ja nähdä asioiden välisiä yhteyksiä (Hotakainen, 2011). Asiatiedon merkitys on toimia opetuksen välineenä. Pää tavoitteista johdettu TäOPS on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Kaaviokuva tähtitieteen opetus suunnitelmasta (TäOPS).

Kaaviossa on esitetty opetusjakson teemat vasemmalla ja teemojen sisällöt oikealla. Suurimpana erona KOPSiin on tähtitieteen harrastamisteeman poisjättäminen. Syynä tähän on tarve tiivistää TäOPSia. Toteutunut opetus suunnitelma oli 20 oppitunnin laajuinen, mikä on laajahko sisältö. Tähän ei kuitenkaan mahtunut tähtitieteen harrastamisen teema, joten se jäi testaamatta opetuskokeilun yhteydessä. Koska tähtitieteen harrastamista ei mainittu yhdessäkään

KOPSin pohjana käytetyssä opetussuunnitelmassa, sen mukana pitämiseen testaamattomana TäOPS:issa ei ole perusteluja.

Opetuskokeilun pohjalta tehtiin joitakin muutoksia myös teemojen sisältöihin. *Johdanto avaruuteen* osiosta kiertoratojen käsittely siirrettiin *Aurinkokunnan rakenne ja etäisyydet* teemaan alle. Siirto ei tarkoita sitä, ettei kiertoratoja voisi alustavasti esitellä jo *Johdanto avaruuteen* osiossa. Jaksollisten ilmiöiden syiden tarkastelussa kiertoradoilla on merkittävä rooli, minkä vuoksi aiheen syvällisempi tarkastelu *Aurinkokunnan rakenne ja mittasuhteet* osiossa on välttämätöntä. *Johdanto avaruuteen* osion tärkeimpänä tehtävänä on kuvata oppilaille jakson teemat ja näin mahdollistaa oppilaan omien oppimistavoitteiden asettaminen. Osion opetuksen tavoitteet liittyvät edellä mainittujen päätavoitteiden c-kohtaan.

Avaruustutkimuksen teknologiat osiosta poistettiin paikan ja liikkeen kuvaaminen sekä viestintätekniikat -aiheen käsittely. Kyseisen osion tavoitteena on tutustuttaa oppilaat osion nimen mukaisesti avaruustutkimuksen historiaan ja tulevaisuuden näkymiin sekä avaruustutkimuksen eri teknologioihin. Tekniikan ja teknologian lisäksi kokeellisella tutkimustyöllä on merkittävä rooli osiossa. Osion opetuksen tavoitteet liittyvät opetusjakson päätavoitteiden a- ja b-kohtiin.

Jaksolliset ilmiöt osiosta poistettiin leveys- ja pituuspiirien käsittely ja lisättiin edellä mainitun mukaisesti kiertoratojen syvällisempi tarkastelu. Osion tavoitteena on perehdyttää oppilaat heidän havaitsemiinsa ja tuntemiinsa jaksollisiin ilmiöihin ja niiden taustalla vaikuttaviin eri tekijöihin. Osion opetus liittyy päätavoitteen d-kohtaan.

Aurinkokunnan rakenne ja mittasuhteet osiosta poistettiin eksoplaneettatutkimukseen liittyvä kolmiomittaus. Kokeilun aikana aihe todettiin vaikeahkoksi viidennelle luokalle. Aiheen oppiminen vaatii pohjaksi vahvahan geometrian ja algebran osaamisen, ja sisältö voisi toimia paremmin osana yläkoulun opetussuunnitelmaa. Osion opetuksen tavoitteena on laajentaa oppilaiden tiedollista ymmärrystä tähtitieteen osalta sekä oppilaiden maailmankuvan kehittämisen. Oppilaiden maailmankuvaan vaikutetaan tarkastelemalla elämän mahdollisuutta muualla avaruudessa. Osion opetuksen tavoite liittyy edellä mainittujen päätavoitteiden d-kohtaan.

Maailmankaikkeuden rakenne ja mittasuhteet osiosta poistettiin edellisen osion tapaan kolmiomittaus. Osion tavoitteena on viedä niin asioiden ja käsitteiden kuin oppilaiden maailmankuvan tarkastelu yhä etäämmälle Maapallosta sekä syventää avaruuden tarkastelua myös maa-

ilmankaikkeutta koskeviin teorioihin. Keskeisin maailmankaikkeutta koskeva teoria on tieteellinen näkemys maailmankaikkeuden synnystä. Osion opetuksen tavoite liittyy vahvasti päätavoitteiden d-kohtaan.

11 LÄHTEET

- Ahonen, T., Siiskonen, T., Aro, T., Marttinen, M., Ketonen, R., Salmi, P., Tuovinen, S., Aro, M., Holopainen, L., Pitkänen, K., Dufva, M., Harju, L., Latva, T., Taittonen, L., Puura, P., Ollila, A., Räsänen, P., Nevalainen, V., Juvonen-Nihtinen, M., Lappalainen, U., Närhi, V., Räsänen, T., Taipale-Oiva, S., Kokko, J., Kuittinen, T., Cantell, M., Virtanen, P., Ikonen, O., Martikainen, A., Sieppi, R., Kankaanpää, P., & Salo, E. (2004). *Sanat sekaisin? : Kielelliset oppimisvaikeudet ja opetus kouluikässä* (3. tark. p. ed.). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Alberta Education. (2011). *Alberta's high quality curriculum: Development and implementation*. Government of Alberta; Osoitteessa www.education.alberta.ca/media/824183/curric_dev.pdf.
- Alberta Learning. (1996). *Science*. Government of Alberta; Osoitteessa education.alberta.ca/media/654825/elemsci.pdf.
- Alberta Learning. (2009). *Science grades 7-8-9*. Alberta, Canada: Government of Alberta; Osoitteessa education.alberta.ca/media/654829/sci7to9.pdf.
- Australian Curriculum. (2012a). *Australian curriculum*. Adelaide: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority; Osoitteessa www.australiancurriculum.edu.au.
- Australian Curriculum. (2012b). *Australian curriculum, science*. Adelaide: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority; Osoitteessa www.australiancurriculum.edu.au/Science/Rationale.
- Clarke, A. C., & Kannosto, M. (1973). *Lapsuuden loppu*. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Department for Education UK. (1999). *The national curriculum. handbook for primary teachers in england. key stages 1 and 2*. London: Department for Education and Employment; Osoitteessa <https://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/QCA-99-457.pdf>.
- Department for Education UK. (2007a). *Science. programme of study for key stage 3 and attainment targets*. London: Qualifications and Curriculum Authority; Osoitteessa

[http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/q/science 2007 programme of study for key stage 3.pdf](http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/q/science%2007%20programme%20of%20study%20for%20key%20stage%203.pdf).

Department for Education UK. (2007b). *Science. programme of study for key stage 4*. London: Qualifications and Curriculum Authority; Osoitteessa

[http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/q/science 2007 programme of study for key stage 4.pdf](http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/q/science%2007%20programme%20of%20study%20for%20key%20stage%204.pdf).

Department for Education UK. (2011). *Review of the national curriculum in england: Report on subject breadth in international jurisdictions. research report. DFE-*

RR178a. Department for Education. Castle View House East Lane, Runcorn, Cheshire, WA7 2GJ, UK. Tel: +44-37-0000-2288; Fax: +44-19-2873-8248; Osoitteessa

<http://www.education.gov.uk>.

Enqvist, K. (2005). *Suhteellisuusteoriaa runoilijoille*. Helsinki: WSOY.

Galilei, G., & Lehti, R. (1999). *Sidereus nuncius*. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Geels, A., Wikström, O., Hermanson, J., Junus, P., & Takkula, K. (2009). *Uskonnollinen ihminen : Johdatus uskontopsykologiaan*. Helsinki: Kirjapaja.

Hargreaves, A. (2000). Four ages of professionalism and professional learning. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 6(2), 151-182.

Heikkilä, R. (1996). *Syvä taivas*. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Holappa, A. (2007). *Perusopetuksen opetussuunnitelma 2000-luvulla : Uudistus paikallisina prosesseina kahdessa kaupungissa*. Oulu: Oulun yliopisto.

Hotakainen, M. (2011). Emily lakdawallan avaruus on internetissä. *Tähdet Ja Avaruus*, 2011(7), 42-45.

Johnson, P., Kykyri, V., Pyhältö, K., & Soini, T. (2007). *Suuntana yhtenäinen perusopetus : Uutta koulukulttuuria etsimässä*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Karttunen, H., Manner, O., Mäkelä, V., & Suhonen, M. (2012). *Tähdet 2013*. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

Keränen, M. (2001). Vertaileva ja poikkikulttuurinen tutkimus. kaksi tapaa lähestyä muita maita. *Politiikka : Valtiotieteellisen Yhdistyksen Julkaisu*, 43(2), 82-92.

Laukkanen, R., Sarjala, J., & Uusihakala, J. (1996). *OECD-maiden koulutusjärjestelmät*. [Helsinki]: Opetushallitus.

- Lehto, J. E., & Service, E. (2002). Muisti ja oppimisvaikeudet. Kirjassa *Oppimisvaikeudet : Neuropsykologinen näkökulma* (2. uud. p. ed., s. 235-263). Helsinki: WSOY.
- Lepola, J., Salonen, P., & Vauras, M. (2000). The development of motivational orientations as a function of divergent reading careers from pre-school to the second grade. *Learning and Instruction*, 10(2), 153-177.
- Liljeström, A. (2011). 40 vuotta planeettatutkimusta: Näin aurinkokunta muuttui. *Tähdet Ja Avaruus*, 2011(7), 34-39.
- Lindh, M. (2006). Teknologiseen yleissivistykseen kasvattamisesta–teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen. *Acta Universitatis Ouluensis E Scientiae Rerum Socialium*, 83
- Malinen, P. (1992). *Opetussuunnitelmat koulutyössä*. Helsinki: VAPK-kustannus.
- Ministry of Education New Zealand. (2010a). *The new zealand curriculum*. Learning Media Limited, Wellington, New Zealand; Osoitteessa <http://nzcurriculum.tki.org.nz/Curriculum-documents/The-New-Zealand-Curriculum>.
- Ministry of Education New Zealand. (2010b). *The new zealand curriculum. curriculum achievement objectives by learning area*. Learning Media Limited, Wellington, New Zealand; Osoitteessa <http://nzcurriculum.tki.org.nz/Curriculum-documents/The-New-Zealand-Curriculum>.
- NYSED. (2011a). *Elementary science: Core curriculum grades K-4*. The University of the State of New York; The State Education Department; Osoitteessa www.p12.nysed.gov/ciai/mst/pub/elecoresci.pdf.
- NYSED. (2011b). *Intermediate level science: Core curriculum grades 5-8*. The University of the State of New York; The State Education Department; Osoitteessa www.p12.nysed.gov/ciai/mst/pub/intersci.pdf.
- NYSED. (2011c). *Physical setting/ earth science core curriculum*. The University of the State of New York; The State Education Department; Osoitteessa <http://www.p12.nysed.gov/ciai/mst/pub/earthsci.pdf>.
- Oja, H. (2003). *Sibeliuksesta tuonelaan : Aurinkokuntamme kiehtova nimistö*. Helsingissä: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

- Opetushallitus. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki:
- Perry, N. E., Hutchinson, L., & Thauberger, C. (2007). Mentoring student teachers to design and implement literacy tasks that support self-regulated reading and writing. *Reading & Writing Quarterly*, 23(1), 27-50.
- Poijula, S. (2002). *Surutyö*. Helsinki: Kirjapaja.
- Ranssi-Matikainen, H. (2009). *Paremmän avioliiton rakkauspankki*. Hämeenlinna: Päivä.
- Salminen, J. (2002). *Alamainen sivistysprojekti, tasa-arvo ja edistys : Suomen yksityisten opikoulujen rakenteellinen kehitys 1872-1920*. Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos.
- Siljander, P. (2002). *Systemaattinen johdatus kasvatustieteeseen*. Helsinki: Otava.
- Sulkunen, S., Välijärvi, J., Arffman, I., Harju-Luukkainen, H., Kupari, P., Nissinen, K., Puhakka, E., & Reinikainen, P. (2012). PISA09. *Kestääkö Osaamisen Pohja*,
- Teichler, U. (1996). Comparative higher education: Potentials and limits. *Higher Education*, 32(4), 431-465.
- Terho, P., & Akselin, T. (2002). *Kouluterveydenhuolto* (2. uud. p. ed.). Helsinki: Duodecim.
- Välimaa, J. (2010). Kenttätieto vertailevassa korkeakoulututkimuksessa. *Kasvatus*, 41(4), 363-373, 409.
- URL 1 http://www.direct.gov.uk/en/Parents/Schoolslearninganddevelopment/ExamsTestsAndTheCurriculum/DG_4015959. Luettu 7.8.2012.
- URL 2: www.immi.gov.au/living-in-australia/settle-in-australia/everyday-life/education/whatis.htm. Luettu 9.5.2012.
- URL 3: www.wncp.ca/english/wncphome.aspx. Luettu 15.5.2012.
- URL 4: education.alberta.ca/teachers/program.aspx. Luettu 15.5.2012.
- URL 5: www2.ed.gov/about/offices/list/ous/international/usnei/us/edlite-org-us.html. Luettu 24.4.2012.
- URL 6: www.p12.nysed.gov/ciai/. Luettu 24.4.2012.
- Vilkka, H. (2007). Mitä on määrällinen tutkimus ? Kirjassa *Tutki ja mittaa : Määrällisen tutkimuksen perusteet* (s. 13-17). Helsinki: Tammi.
- Vitikka, E. (2009). *Opetussuunnitelman mallin jäsenitys : Sisältö ja pedagogiikka kokonaisuuden rakentajina*. [Turku]: Suomen kasvatustieteellinen seura.